Oec. 666 n

Gasparin

Grundsätze der Ackerbaukunde.

Vom

Graf von Gasparin.

Berlin.
Verlag von Karl Wiegandt.
1855.

170. D.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Vorwort eines Deutschen.

In der Einleitung zeichnet der Verfasser, einer der berühmtesten Landwirthe Frankreichs, den Standpunkt, von welchem aus er das nachfolgende Werk schrieb, von welchem aus der Leser dasselbe aufzufassen hat.

So geistreich immerhin diese Einleitung geschrieben ist und so glücklich und erschöpfend sie ihre Aufgabe für den französischen Landwirth erfüllt, erscheint es doch überflüssig, sie dem deutschen Fachgenossen wörtlich vorzuführen. Ihm ertönen hier nur wohlbekannte Laute; Laute, die bei ihm auch leise angegeben einen lauten Wiederhall finden.

Bedarf es in der That für die Mehrzahl der Landwirthe auf deutschem Boden einer weiteren Ausführung

über die Wesenheit der Wissenschaft gegenüber der an die einzelne Oertlichkeit, an die Herkömmlichkeit mit all ihren Tugenden und Untugenden geketteten Empirie?

über die Vortheile, welche in der Landwirthschaft gleich wie in anderen technischen Fächern — dem Ingenieur-, dem Artillerie-, dem Bau-, dem Bergwerks-Wesen — von jener gegenüber dieser geboten werden?

über die Mittel, durch welche die Landwirthschafts-Wissenschaft gefördert wird, den innigen und unzerreißbaren Zusammenhang derselben mit anderen reinen Wissenschaften — Botanik, Zoologie, Physiologie, Mineralogie, Chemie u. A. —?

über die Praxis als unerschöpflichen Born positiver Thatsachen, über das Versuchswesen als Leuchte und Führerin bei mannigfach verwickelten Erscheinungen, über die landwirthschaftlichen Academien als Sammler, Ordner und Erklärer der Ergebnisse der Praxis, als Fortbildungsanstalten somit der Landwirthschaftswissenschaft, und demnächst als Verbreitungsanstalten dieser Wissenschaft durch Beispiel Wort und Schrift?

über die Eigenschaften, die Vorkenntnisse, welche der Landwirth besitzen muß, um die Sprache der letzteren zu verstehen?

Nein, es bedarf der weiteren Ausführung nicht, seit unser Vater Thaer diese Fragen vor den Landwirthen diesseit des Rheins erschöpfend beantwortete. Welch' eifriges Streben that seitdem sich kund, durch eine gründliche, wissenschaftliche Bildung, die scharfe Beobachtung, mittelst des streng durchgeführten Versuches zu praktisch bedeutsamen und einträglichen Resultaten zu gelangen! Als schöne Zeugen dieses Strebens stehen u. A. die Mittheilungen der Versuchsstation zu Möckern, des Versuchsfeldes zu Frankenfelde, ganz besonders aber das treffliche Sammelwerk von Emil Wolff da.

Es mangelte aber ein Werk, welches dem Landwirthe alle diese Resultate der Neuzeit in Kürze und in harmonischer Zusammenfügung darreichte, welches auch den Freund, aber Laien der Landwirthschaft in gebundener Sprache mit diesem Fache auf seinem jetzigen Standpunkte, seinen heutigen Beziehungen zu dem Wissen vertraut machte.

Diesem Mangel hilft das vorliegende Werk des, auf

der Höhe der Gegenwart diesseit wie jenseit des Rheines und des Kanales stehenden Verfassers ab; möge dasselbe somit auch auf deutschem Boden vielseitig benutzt werden.

E. John.

Erster Theil.

Von der Pflanzenernährung.

der Höhe der Gegenwart [illegible] wie jenseit des [illegible] und das Renalet [illegible] Verfassers ab, [illegible] selbe [illegible] auf deutschem Boden [illegible] werden.

Erster Abschnitt.

Darlegung und Begränzung des Gegenstandes des Werkes.

1. Die Ackerbaukunde ist die Wissenschaft, welche mit den Mitteln sich beschäftigt, die Pflanzen-Producte auf vollkommenste und billigste Weise zu erbauen.

2. Sie ist eine technische Wissenschaft, weil ihre Aufgabe nicht allein, wie bei den reinen Wissenschaften, das Kennen, sondern auch das Schaffen von etwas Nützlichem ist. Sie ist der technische Zweig der Phytologie oder der Wissenschaft von den Gewächsen. Doch die Pflanzenkunde pflückt die Pflanzen oder läßt sie wachsen, um sie zu beobachten; die Ackerbaukunde erzeugt einen pflanzlichen Werth.

3. Die Theorie einer technischen Wissenschaft vereinigt die Vorschriften und Grundsätze, welche die Kenntniß des Gegenstandes in Bezug auf die Anwendung vervollständigen; Vorschriften und Grundsätze, welche die Grundwissenschaft vielleicht vernachlässigt hat, weil sie lediglich strebte, den Gegenstand kennen zu lernen, während die technische Wissenschaft strebt, ihn zu gebrauchen. Somit ergründet die Ackerbaukunde die Gesetze des den Bedürfnissen des Menschen dienlichen Pflanzenwachsthums.

4. Jeder technologischen Wissenschaft ist ihre materielle Anwendung untergeordnet. Derjenige, welcher den Gesetzen der Ackerbaukunde folgt, ist Landwirth; derjenige, welcher den Regeln des Ackerbaues materiell folgt, ist Ackerbauer. Der Ackerbauer ist der Handwerker, der Landwirth der Künstler; der Agronom ist der Gelehrte, welcher jenen beiden den Weg eröffnet.

5. Die Aufgabe des Agronomen ist es, durchdrungen von den Grundsätzen der Pflanzenkunde, mit den Hülfsmitteln der Wissenschaften, welche mit den Kräften, mit der Materie und mit dem Kapitale sich beschäftigen, die Gesetze ihrer Wechselwirkungen zu entwickeln, um zu der Production, welche im Interesse derer, welche sie praktisch betreiben, die nützlichste ist, zu gelangen.

6. Um Ordnung in dieses Studium zu bringen, werden wir zunächst die Eigenschaften, welche allen Pflanzen gemein sind, betrachten: wir werden hierdurch bei ihrem besonderen Studium vor unnützen Wiederholungen bewahrt werden; alsdann werden wir prüfen, was bei der gleichzeitigen oder in Verfolg mehrerer Generationen stattfindenden Entwickelung derselben Pflanze oder verschiedener Pflanzen auf demselben Boden vor sich geht; endlich werden wir zeigen, wie die verschiedenen Kräfte, auf deren Zusammenwirken die Production beruht, organisirt, geleitet und in Thätigkeit gesetzt werden müssen, damit die Production von größestem Werthe das Ergebniß des geringsten Kraftaufwandes sei.

7. Unsere Vorfahren hatten unter dem Ausdruck: „Allgemeine Landwirthschaft" den Pflanzenbau und die Viehzucht begriffen, weil diese beiden Zweige oft bei der Ausführung vereinigt, einander helfend und gegenseitig sich ergänzend angetroffen werden. Sie finden sich jedoch auch häufig getrennt, nämlich bei den Hirtenvölkern, welche aufziehen ohne zu cultiviren, und bei den Völkern, welche cultiviren ohne aufzuziehen (China, die zahlreichen Lagen, in denen man sich Dünger in Ueberfluß verschaffen kann, die Moorculturen, die Wälder u. s. w.). Die beiden Wissenschaften, welche sich mit den zwei Klassen organisirter Körper beschäftigen, die Thier- und die Pflanzenkunde, sind in ihren Verfahrungsweisen noch zu getrennt von einander, als daß sie könnten in ein Studium zusammengefaßt werden.

Das tiefere Studium der Grundsätze des Lebens ist unzweifelhaft geeignet, sie einander zu nähern und dereinst in der Wissenschaft der organischen Körper zu vereinen; diese Vereinigung würde jedoch heut eine verfrühete sein, und wir müssen

die Trennung, indem sie das Studium erleichtert, beibehalten, bis die Gesetze des thierischen und des pflanzlichen Lebens dermaßen festgesetzt worden sind, daß es nur noch eine einzige Lehre vom Leben giebt.

8. Dieser Vorbehalt wird uns nicht hindern, das Gleichartige, welches wir zwischen beiden Reichen gewahren werden, anzudeuten. Wir finden z. B. gleich zu Anfang, daß die Pflanze wie das Thier Nahrung und Wohnort bedarf. Der Wohnort ist für die Pflanzen ein fester, denselben fehlt die Fähigkeit der Ortsveränderung, wir müssen ihnen einen ihrer Natur angemessenen Standort wählen, während das Thier im freien Zustande den seinen Bedürfnissen entsprechenden zu finden weiß und bei den Hausthieren es nicht schwer hält, ihnen einen geeigneten Aufenthalt zu geben und sie durch Ortsveränderung vor schädlichen Witterungseinflüssen zu schützen. In beiden Fällen ist die Auswahl und die Zubereitung der Nahrung und des Wohnortes die erste Aufgabe der Ackerbaukunde wie der Thierproduction.

Zweiter Abschnitt.

Von der Pflanzennahrung.

9. Die Bezeichnung Nahrung wird den Substanzen gegeben, welche geeignet erscheinen, von speciellen Organen lebender Körper aufgenommen und in ihnen durch Umänderungen zu Elementen dieser Körper gestaltet zu werden, geeignet, die Masse zu vermehren und zu ersetzen.

10. In der That können die lebenden Körper, Pflanze wie Thier, nicht wachsen, ohne von außen Nahrung zu erhalten; auch können sie sich nicht ohne Nahrung erhalten, denn sie erleiden beständig Verluste aus verschiedenen Ursachen, welche ihre Molecüle verändern und sie lebensunfähig machen. Diese Molecüle werden dann, vom lebenden Organismus geschieden, auf verschiedenen Wegen in der Form von Ausscheidungen oder in Gasform entfernt.

11. Man hat die Pflanzen als organische Wesen, welche sich von Materien, die nicht gelebt haben, nähren können, bezeichnet im Gegensatze zum Thiere, welches als Nahrung Materien, welche lebten, einnimmt. In der That können die Pflanzen rein unorganische Substanzen aufnehmen. Aus Ammoniak, Wasser, Kohlensäure können sie alle Arten organischer Gebilde, Zellstoff, Stärke, Kleber, Eiweiß u. s. w. bilden, doch nur unter Mitwirkung organischer, lebender und gleichartiger, in dem Vegetabil schon vorhanden gewesener Körper. Die Thiere können nur von Substanzen sich nähren, welche schon gelebt haben, sei es als Thier, sei es als Pflanze, und welche sie umändern, indem sie sie assimiliren. Die Pflanzen-

fresser leben nur vom Pflanzenreiche, und die Fleischfresser, welche von Pflanzenfressern sich nähren, sind auch mittelbar abhängig von dem Vorhandensein dieses Reiches.

12. Es muß jedoch bemerkt werden, daß, im Fall man statt der unorganischen oder mineralischen Verbindungen den Pflanzen organische verabreicht, ihr Leben kräftig angeregt wird und sie dieselben in ihre Substanz aufnehmen in dem Augenblicke, in welchem durch chemische Vorgänge die Elemente dieser Verbindungen sich entmischen und im Werdungs-Momente ihren Organen sich darbieten. Man weiß, daß die Pflanzen unter dem Einflusse von Düngern, welche aus vegetabilen oder animalen Stoffen zusammengesetzt sind, gedeihen, während sie ein dahinschleichendes Leben haben, wenn ihnen nur mineralische Stoffe, Wasser und die luftförmigen Bestandtheile der Atmosphäre zugängig sind.

13. Die Pflanzen leben in zwei Mitteln, der Erde (die Wasserpflanzen im Wasser), in welche sie ihre Wurzeln senken, und der Luft, in die sie die Zweige erheben [1]). Daher müssen für die Culturgewächse die Nahrungsmittel im Allgemeinen im Boden und in der Luft vorhanden sein. Sie nehmen dieselben durch die Wurzelspitzen aus ihrem unteren Mittel, durch die Poren der Blätter aus ihrem oberen Mittel auf.

14. In Folge einiger Verschiedenheiten in der Nahrung der Pflanzen von der der Thiere zeigen sich Naturalisten außerordentlich abgeneigt, den Namen Nahrungsmittel den die Pflanzen ernährenden Substanzen beizulegen. Diese Verschiedenheiten sind jedoch mehr scheinbar als thatsächlich, und hier haben wir noch eine Synthese vor uns, welche in der Zukunft die ganze Physiologie der lebenden Körper in eine einzige Theorie vereinen wird. Die Poren, welche die Nahrung aufnehmen, sind äußere (Würzelchen) bei den Pflanzen, innere und im Verdauungskanal gelegen bei den Thieren. Man könnte es so aus-

---

1) Unbeschadet der Ausnahme von Luftgewächsen, welche nur eines Haltes bedürfen und lediglich in feuchter Luft leben, und der Schmarotzer-Gewächse, deren Wurzeln in die Gewebe lebender Gewächse eindringen.

drücken: die Pflanzen haben, indem sie der Fähigkeit der Ortsveränderung entbehren, in der äußeren Umgebung ihre Vorrathskammer, die Thiere hingegen müssen sie bei ihren Bewegungen mit sich tragen. Der Magen, die Eingeweide sind für sie der Boden, in welchen sie die aufsaugenden Gefäße senden, wie die Pflanzen die Schwammwülstchen der Wurzeln in den Erdboden; mit dem Unterschiede allein, daß sie hier einige vorläufige Umänderungen erfahren, welche bei den Pflanzen in deren Geweben vor sich gehen.

15. Welches sind von den im Boden und in der Luft vorkommenden Stoffen wirkliche Nahrungsmittel der Pflanzen? müssen wir zunächst fragen. Das junge Thier findet im Ei oder in der Milch die Nahrung für seinen jugendlichen Körper; es könnte sie während des ganzen Lebens daraus entnehmen: sollte man hieraus nicht schließen, daß die für die junge Pflanze, welche noch unfähig ist, von außen Stoffe aufzunehmen, in den Saamen abgelagerte Nahrung auch die normale Nahrung der ausgebildeten Pflanze sei?

16. Die Milch enthält eine veränderliche Menge Wasser; im trocknen Zustande besteht sie in 1000 Theilen aus:

	Kuh.		Ziege.		Schaaf.		Eselin.		Stute.		Weib.	
Butter	258	605	346	590	407	641	145	762	64	701	301	856
Milchzucker	347		244		234		617		637		555	
Käsestoff	242	339	275	381	217	309	58	207	91	253	27	130
Eiweiß	97		106		92		149		162		103	
Salze		56		29		50		31		46		14
		1000		1000		1000		1000		1000		1000

Sie enthält somit zwei ternäre Substanzen, die Butter und den Milchzucker, als Respirationsmittel, zwei quaternäre oder stickstoffhaltige, den Käsestoff und das Eiweiß, als plastische Nahrungsmittel, und Salze: eine derartige Nahrung allein kann den Säugethieren zur Entwickelung und Erhaltung ihrer Kräfte genügen.

17. Das Roggenkorn, Ei und Milch dieser Pflanze, enthält:

Fett	20	800	
Stärke	780		
Kleber	170	190	
Eiweiß	20		
Salze		10	
		1000	

Auch hier treten zwei ternäre und zwei quaternäre, stickstoffhaltige Verbindungen fast im Verhältnisse der Milch des Weibes auf. Die Analyse anderer Körner zeigt ähnliche, doch in ihrem Verhältnisse verschiedene Verbindungen. So bildet das Fett dem Gewichte nach die Hälfte der Körner des Sesam. Finden wir aber nicht auch bedeutende Verschiedenheiten in der Zusammensetzung der Milch bei den verschiedenen Thiergattungen: 64 Theile Butter in der Stutenmilch, 407 Theile in der Schaafmilch?

18. An mineralischen Stoffen enthält die Milch phosphorsauren Kalk, -Bittererde, -Eisen, -Natron; Chlorkalium und Chlornatrium; und die Getreidekörner schwefel- und phosphorsauren Kalk, -Bittererde, -Kali, -Natron; chlor- und kieselsaure Verbindungen. Die einzigen Unterschiede bestehen im Schwefel, welcher nicht in der Milch, dagegen im Ei vorkommt, und in dem Vorwiegen des Kali über das Natron in den Pflanzen, während in den Thieren das Natron das vorherrschende Alkali ist.

19. Auf Grund dieser Forschungen ist man sehr geneigt zu der Annahme, daß die Stoffe, welche die Nahrung der jungen Pflanzen im Saamen bilden, auch die in der weiteren Entwickelung ihnen zukommenden seien. Die große Aehnlichkeit in der Zusammensetzung der Frauenmilch und des Weizenkorns, welche beide den Menschen vollständig ernähren können, geben dieser Annahme um so mehr Halt, wenn man bedenkt, daß die Saamen den besten Dünger für entwickelte Pflanzen bilden, daß die Lupinenkörner z. B., nachdem sie durch kochendes Wasser der Keimkraft beraubt worden sind, einen ausgezeichneten Dünger liefern.

20. Man verlangte jedoch mehr als eine Vermuthung, und man wandte die Analyse zur Erforschung ihrer Nahrung

an. Diese Analyse zeigt in der That, daß die organischen Körper der Pflanze wie des Thieres nichts als verdichtete Gase mit einer gewissen Menge mineralischer Substanzen seien. Im Durchschnitt einer großen Anzahl Pflanzen ergiebt sich nämlich, daß 95 pCt. ihrer festen Bestandtheile aus vier Gasen: Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff, und 5 pCt. aus mineralischen Salzen bestehen; und zwar die:

	ganze Pflanze.	Wurzeln.	Zweige.	Saamen.
Kohlenstoff	46,4	43,4	46,9	47,4
Wasserstoff	5,6	5,7	5,3	6,0
Sauerstoff	41,1	43,4	39,6	41,1
Stickstoff	1,6	1,6	1,0	2,6
Asche	5,3	5,9	7,2	2,9
	100,0	100,0	100,0	100,0

Diese Elemente sind nicht gleichmäßig in allen Theilen der Pflanzen vertheilt, und weichen noch mehr bei verschiedenen Gattungen, selbst bei verschiedenen Individuen derselben Gattung, je nach den äußeren Verhältnissen ihrer Standörter, von einander ab. Durchgängig jedoch ist der Kohlenstoff im Vergleiche zum Sauerstoff vermehrt in den Wurzeln gegenüber den Körnern und in den Körnern gegenüber den Zweigen; der Stickstoff ist in größerer Menge in den jungen Gebilden vorhanden und scheint mit der Lebensenergie abzunehmen. Trotz dieser Verschiedenheiten findet man jedoch stets dieselben Elemente in den Pflanzen.

21. Nicht minder konstant findet man unter den unverbrennlichen Bestandtheilen Kohlensäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Chlor, Kalk, Bittererde, Kali, Natron, Kiesel und Eisen; in mehreren Pflanzenarten Schwefel und Salpetersäure.

22. Endlich ist noch das Wasser nachzuholen. Ohne Wasser kein Pflanzen-Leben.

23. Nundenn, was beweisen diese Analysen? daß alle diese Substanzen in den Pflanzen sich vorfinden? Ohne Zweifel. Geht aber daraus auch hervor, daß ihnen alle unentbehrlich seien, daß ohne sie die Vegetation nicht bestehen könne? Ohne Zweifel: Nein, denn alle diese Substanzen kommen im Boden, auf welchem die Pflanze vegetirt, vor, und der Versuch hat darge-

than, daß die Saugwerkzeuge der Wurzeln alle in Wasser gelösten Substanzen, mögen dieselben auch Gifte sein, aufnehmen.

24. Vergleicht man die Aschenbestandtheile zweier Exemplare derselben Art, welche auf Boden von verschiedener Natur gewachsen sind, so bemerkt man, daß sie bedeutend von einander abweichen; es ist danach zweifellos, daß die Natur des Bodens einen bedeutenden Einfluß auf die Natur der Asche ausübt, ohne daß deshalb immer das Leben der Pflanze dadurch berührt sei. Betrachtet man andererseits die Aschen von Gewächsen verschiedener Art, welche auf demselben Boden gewachsen sind, so bemerkt man Aehnlichkeit derselben unter einander, vorausgesetzt daß die Pflanzen nicht botanisch einander zu fern stehen; in diesem Falle ähneln sich die Aschen weniger. M. Berthier bemerkt in Bezug hierauf, daß er Bäume auf Thonboden wachsen sah, welche viel Kalk enthielten, während die Asche von Weizen, welcher auf Kalkboden gewachsen war, fast gar keinen enthielt.

25. Die sorgsamste Analyse weist somit nur nach, welche Substanzen das analysirte Vegetabil bildeten, ohne diejenigen nachzuweisen, welche unentbehrlich für dasselbe waren; sie läßt das Bestreben erkennen, vorzüglich des einen oder des anderen dieser Stoffe sich zu bemächtigen und den Boden ärmer an demselben zu machen. Hierdurch liefert sie ein praktisch sehr wichtiges Resultat; sie giebt hierdurch einen Fingerzeig für die Erhaltung des Gleichgewichtes in den Culturen, um die verschiedenen Hülfsquellen des Bodens zu Rathe zu halten. Mit Rücksicht auf dieses letztere Moment hat Liebig die Pflanzen nach ihrer vorwaltenden Auswahl unter den Bodenlösungen eingetheilt in Kalipflanzen, deren Asche zur größeren Hälfte aus löslichen Alkalisalzen bestehen: hierhin gehören der Mais, die Steckrüben, die Runkeln, die Kartoffeln, der Topinambur u. s. w.; in Kalkpflanzen, in deren Asche der Kalk vorwaltet: hierhin gehören der Tabak, die Erbsen, der Klee u. s. w.; und in Kieselpflanzen, deren Asche viel Kieselsäure enthält: hierhin gehört das Stroh der Cerealien.

26. Das naturgemäßeste Mittel, die wahre Nahrung der

Pflanzen kennen zu lernen, würde der Versuch sein. Indem man die Substanzen, deren nährende Eigenschaften man zu erforschen beabsichtigt, den Luft- oder den Wurzelorganen zuführt oder andererseits sie denselben völlig entzieht, würde man im Stande sein, die Erfolge ihres Vorhanden- oder Abwesendseins auf die Gesundheit und Entwickelung des Vegetabils festzustellen. Diese unmittelbaren Versuche fehlen uns immer noch, und in Ermangelung derselben suchen wir sie durch die Ergebnisse von Beobachtungen zu ersetzen.

27. Die einfachste Beobachtung zeigt uns zunächst, daß das Wasser den Pflanzen unentbehrlich sei. Dieselben gehen in einem völlig trocknen Medium rasch zu Grunde, sie keimen und wachsen nur unter Mitwirkung von Feuchtigkeit.

28. Der Kohlenstoff ist ein fester, unlöslicher Stoff, kann demnach von den Pflanzen nicht im reinen Zustande aufgenommen werden; doch in Verbindung mit Sauerstoff Kohlensäure bildend, kann er in Wasser gelöst durch die Wurzeln oder in Gasform durch die Stomaten der Blätter eingeführt werden.

29. Rückert glaubte zu bemerken, daß die Pflanzen, falls sie mit Wasser, welches zu $\frac{1}{3}$ mit Kohlensäure gesättigt war, begossen wurden, kräftiger wuchsen, als wenn sie reines Wasser erhielten; dieser Versuch glückte Theodor de Saussure nicht. Von mir und von M. Lassaigne wiederholt, erhielt der eine so wie der andere jener Autoren Recht: das äußere Aussehen der mit kohlensäurehaltigem Wasser benetzten Pflanzen ist freudiger, schließlich aber ist ihr Gewicht gleich dem der mit reinem Wasser benetzten.

30. Anders verhält es sich mit der in der Atmosphäre vorhandenen Kohlensäure. Versuche von Theodor de Saussure haben erwiesen, daß die Pflanzen in einer Luft, welche bis $\frac{1}{12}$ ihres Volumens Kohlensäure enthält, stets besser gedeihen, wenn die Entwickelung unter der Mitwirkung von Wärme und Licht stattfindet; daß aber im Dunkel die kleinste Menge dieses Gases ihnen schädlich ist.

31. Diese auffallende Wirkung des Lichtes auf den Einfluß der Kohlensäure veranlaßt uns, auf einige Einzelnheiten

des Athmungsprozesses der Pflanzen näher einzugehen. Er weicht von dem der Thiere nicht in dem Maaße, wie man früher glaubte annehmen zu müssen, ab: die Pflanzen athmen Sauerstoff, dieser verbrennt den pflanzlichen Kohlenstoff, die Kohlensäure wird ausgeathmet; dieß der Vorgang, welcher im Finstern stattfindet.

32. Im Sonnenscheine dagegen verschwindet die ausgeathmete, so wie auch die außerdem in der Luft vorhandene Kohlensäure, und es bleibt nur Sauerstoff zurück; man könnte somit versucht sein, zu glauben, unter diesen Umständen athme die Pflanze Kohlensäure ein und Sauerstoff aus, im Gegensatze zu dem Vorgange im Schatten.

33. Dieß würde auf einer Täuschung beruhen. Zunächst nehmen nur die grünen Pflanzentheile, sofern sie Chlorophyll enthalten, Kohlensäure ein; die, welche desselben entbehren, die Blüthen, Stengel, Wurzeln, die keimenden Saamen, die Pilze, die Schmarotzer, athmen im Lichte, wie im Finstern, Sauerstoff ein und Kohlensäure aus. Es ist leicht, sich zu überzeugen, daß dieser Vorgang derselbe bei den Blättern wie bei den anderen grünen Pflanzentheilen ist, wenn man die Pflanzen unter einer verschlossenen Glocke bei Anwesenheit von Barytwasser vegetiren läßt. Diese Lösung nimmt die Kohlensäure in dem Maaße auf, wie sie von der Pflanze ausgehaucht wird, und man kann ihre Menge, so wie die des verschwundenen Sauerstoffs, daraus bemessen.

34. Das Athmen wird in dieser Weise während des ganzen pflanzlichen Lebens fortgesetzt; wenn es aber vom Lichte getroffen wird und um so mehr, wenn die Wärme eine erhöhte ist, dann verbindet sich ein anderer Act, der einer Nahrungs-Aufnahme, mit dem des Athmens. Unter dem Licht-Einflusse bemächtigten sich die Stomaten der Kohlensäure, welche in Berührung mit dem Chlorophyll, einer in der Zusammensetzung dem Blute sehr ähnlichen Substanz, kommt; man kann annehmen, daß das Hämatosin, welches einen Theil desselben ausmacht, das Wasser zersetze, Wasserstoff erzeuge, die Kohlensäure umwandle, eines Theiles des Sauerstoffes sich bemächtige, und

Kohlenstoff zur Bildung der großen Menge Fett, welches im Chlorophyll und an der Blattoberfläche sich vorfindet, liefere. So kann die Erscheinung erklärt werden. Das Vorherrschen der Ernährung läßt, indem sie unter Einfluß des Lichtes auf das Athmen rückwirkt, die Kohlensäure verschwinden, vermehrt relativ das Volumen des Sauerstoffs, und scheint die Verrichtungen des Pflanzenkörpers umgekehrt zu haben.

35. Die geringe Menge Kohlensäure, welche die Luft im Allgemeinen enthält, wird um die Pflanze vermehrt durch diejenige, welche aus der Verbrennung des Kohlenstoffs durch Sauerstoff beim Athmungsprozesse entsteht, und durch diejenige, welche von den Wurzeln aus dem Boden geschöpft und durch die Ausdünstung ausgestoßen wird.

36. Die an Chlorophyll armen oder dessen ganz entbehrenden Pflanzentheile können in einer des Sauerstoffs beraubten Atmosphäre nicht vegetiren. Die Saamen keimen in einer solchen nicht; die Knospen blattloser Zweige, die von dem Zweige getrennten Blüthenknospen öffnen sich nicht und gehen in Verwesung über; dasselbe geschieht mit Wurzeln, welche in stehendes Wasser, das durch irgend einen Gährungsprozeß alles Sauerstoffes beraubt worden ist, getaucht sind. Gleichwohl finden diese Erscheinungen bei Zutritt der atmosphärischen Luft statt; die Abhaltung des Sauerstoffs versetzt die Pflanzen wie die Thiere in den Scheintod.

Die mit Blättern versehenen Pflanzen leben im Stickstoff, Wasserstoff und Kohlenoxyd, und zwar, indem sie sich durch die Zersetzung ihrer Kohlensäure eine für ihr Athmen genügende Sauerstoff-Atmosphäre schaffen. Auf diese Weise führen sie aber stets nur ein schleichendes und kurzes Leben.

37. Ohne Zweifel steht mit der Einathmung von Sauerstoff die Bildung der Pflanzensäuren in Zusammenhang. Liebig theilt mit, daß die Blätter von Cotyledon calycinum, von Cacalia ficoïdes und noch anderen Pflanzen des Morgens sauer wie Sauerampfer, des Mittags ohne Säure, am Abend bitter seien. Während der Nacht findet eine Säurebildung, während des Tages und namentlich gegen Abend eine Entsäuerung

statt; die Säure verwandelt sich dann in Stoffe, welche Wasserstoff und Sauerstoff in demselben Verhältnisse, wie das Wasser, oder verhältnißmäßig weniger Sauerstoff enthalten, nämlich die geschmacklosen und bitteren Stoffe der Pflanzen.

38. Dies scheinen die directen Wirkungen des Sauerstoffs bei der Pflanzenernährung zu sein. Wenn man jedoch bedenkt, daß die Verwesung nur unter seiner Mitwirkung stattfindet, und daß namentlich durch sie die organischen Substanzen löslich, also zu eigentlicher Pflanzennahrung gemacht werden, wird man begreifen, wie wesentlich der Sauerstoff für das Leben der Pflanzen und wie wichtig es ist, daß dieses Gas sie oder ihre Wurzeln umspüle, damit es, nachdem die Bildung von Kohlensäure begonnen hat, dieselbe vertreiben, ersetzen und den Vorgang, welchen die Anwesenheit der Kohlensäure unterbrechen würde, fortsetzen könne.

39. Der Wasserstoff ist ein integrirender Theil aller Pflanzentheile; doch athmen ihn die Pflanzen nicht ein, er kommt vielmehr ohne Zweifel durch die Zersetzung des Wassers in die Pflanze. Eine Erfahrung von Edwards und Colins weist nach, daß diese Zersetzung Folge eines Pflanzen-Actes sei. Sie ließen Bohnen unter Wasser den Beginn der Keimung durchmachen; die Gase fingen sie auf und fanden darin dem Volumen nach acht Mal so viel Kohlensäure, als von derselben im Wasser aufgelöst war. Der Sauerstoff, welcher zu ihrer Bildung gedient hatte, war daher der Zersetzung von Wasser entsprungen, und da der Wasserstoff in dem aufgefangenen Gase sich nicht fand, mußte er von den Körnern absorbirt worden sein.

40. Noch vor wenigen Jahren hielt man die Anwesenheit des Stickstoffs für eine von den Pflanzenstoffen sie unterscheidende Eigenthümlichkeit der thierischen Gewebe. Die Entwickelung ammoniakaler Verbindungen, welche man beim Verbrennen der Pflanzen beobachtete, galt für die ausnahmsweise Eigenthümlichkeit einzelner Pflanzen. Die Pilze z. B. glaubte man auf der Grenze des Thierreiches stehend; ihr Athmungsprozeß, welcher dem dieses Reiches entsprechend ist und nicht die Ab-

weichungen zeigt, welche das Chlorophyll in den Pflanzen, in denen es vorkommt, hervorruft, trug noch zu dieser Annahme bei. Nachdem jedoch Gay-Lussac gezeigt hatte, daß alle Saamen Stickstoff enthalten und nachdem in Folge betreffender Untersuchungen anderer Organe Payen denselben in allen ohne Ausnahme gefunden hatte, und in um so größerer Menge, je jünger die Gebilde waren und eine je größere Lebensthätigkeit sie besaßen, mußte man wohl erkennen, daß der Stickstoff ein wesentlicher Bestandtheil der Pflanzen sei.

41. Wir glauben an eine allgemeine Physiologie; indem wir gewahren, daß die Thiere den Stickstoff im gasförmigen Zustande nicht assimiliren, sind wir sehr geneigt zu der Annahme, daß es die Pflanzen auch nicht thun.

Pristley, später Ingenhous, glaubten zu bemerken, daß die in Stickgas vegetirenden Pflanzen dasselbe verminderten. De Saussure wiederholte diese Versuche unter denselben Verhältnissen und in bedeutend längeren Zeitabschnitten; er bemerkte nur ein Verschwinden von Sauerstoffgas der Luft, dagegen durchaus keine Verminderung des Stickstoffgases. Die Versuche von Sennebier und von Woodhouse bestätigten diese Behauptung.

Boussingault führte eine Reihe von Versuchen durch, in welchen er die Zusammensetzung der Saamenkörner mit der der Pflanzen, welche in einer der organischen Substanzen gänzlich beraubten Erde, doch in der freien Luft gewachsen waren, verglich; er fand eine Zunahme im Gewichte des Stickstoffs der Pflanzen gegenüber dem des Saamens, die Gräser ausgenommen. Doch vermied er, sich in bestimmter Weise für die unmittelbare Aufnahme des gasförmigen Stickstoffs auszusprechen, bemerkte vielmehr, daß man diesen überschüssigen Stickstoff auch dem in der Luft enthaltenen Ammoniak oder der in Folge der Einwirkung des Wasserstoffs in statu nascenti auf den freien Stickstoff stattgefundenen Bildung von Ammoniak zuschreiben könne. In neuester Zeit wiederholte er diese Versuche in geschlossenem Raume und stellte durch zahlreiche Resultate fest, daß die Menge des Stickstoffs der Pflanze stets geringer sei,

als die des Saamens, daß sie somit nichts davon aus der Atmosphäre aufnähme.

Vergeblich würde man einwenden, daß die Pflanze in abgeschlossener und mit Feuchtigkeit gesättigter Luft nicht in normaler Weise vegetiren könne; ihre Entwickelung wird, um vermindert zu werden, nicht vollständig und in allen Fällen die Fähigkeit, einen der Bestandtheile ihrer Atmosphäre aufzunehmen und zu assimiliren, verlieren können, und während sie fortfährt, Sauerstoff einzunehmen, sich nicht plötzlich und gänzlich der Möglichkeit, Stickstoff aufzunehmen, beraubt sehen können, wenn diese Aufnahme nothwendig für ihr Bestehen wäre.

42. Ganz anders ist es, wenn wir Ammoniakgas den Pflanzen zuführen. Die Wirkung des Mistes ist seit langer Zeit bekannt; man weiß, daß er die Vegetation um so mehr fördert, je mehr Ammoniak er enthält, und das könnte zur Feststellung der Bedeutung dieser Substanz bei der Ernährung der Pflanzen genügend erscheinen. Da aber die Möglichkeit vorliegt, diese Wirkungen dem Kohlenstoff, den Salzen oder verschiedenen anderen Bestandtheilen des Düngers zuzuschreiben, so ist es gut, darüber eine nähere Aufklärung zu erhalten. Davy leitete, nachdem er nachgewiesen hatte, daß die Zersetzung des Mistes Dämpfe erzeugt, welche essig- und kohlensaures Ammoniak enthalten, diese unter ein Rasenstück, und auf diesem entwickelte sich die Vegetation mit viel größerer Kraft, als auf den Theilen, welche nicht unter jenen Einflüssen waren; später hat Ville, indem er der Pflanzen-Atmosphäre $\frac{4}{10000}$ Ammoniakdämpfe beimischte, die Bildung von Stroh und Körnern, so wie deren Gehalt an Stickstoff, mehr als verdoppelt; durch eine größere Gabe von Ammoniak läuft man Gefahr, die Pflanzen zu tödten. Es ist daher unmöglich, zu bezweifeln, daß das Ammoniak einer der nützlichsten Nahrungsstoffe der Pflanzen sei.

43. De Saussure bemerkte zuerst, daß die schwefelsaure Thonerde bei Berührung mit der Luft sich in Ammoniak-Alaun verwandele; Vauquelin beobachtete, daß der in bewohnten Räumen sich bildende Eisenrost Ammoniak enthalte. Danach veröffentlichte Austin, daß sich Ammoniak bilde, wenn

Eisen in Berührung mit Luft und Wasser oxydire, und Chevalier zeigte, daß dieses Ammoniak nicht der Luft entnommen werde, sondern sich vollständig im Verlaufe der Oxydation bilde. Nun aber sagten wir bei dem Vorgange der Lufteinsaugung durch die Stomaten der Blätter bei Zutritt des Sonnenlichtes, daß vielleicht das Hämatosin, eine Substanz, welche unter Anderem Eisen enthält, das Wasser zersetze und Wasserstoff in statu nascenti frei mache; dieser müßte bei der Oxydation des Eisens jedenfalls Ammoniak bilden, welches, seinerseits absorbirt, zur Ernährung der Pflanzen würde beitragen können. Diese Ernährung würde um so lebhafter sein, je grüner und also massenhafter das Chlorophyll wäre. Ferner würden ähnliche Oxydationen an der Oberfläche des Bodens, welcher Eisenoxyd oder Humus im Zustande der Zersetzung enthält, stattfinden; alle diese Umstände müssen Ammoniak bilden.

44. Nicht allein in Form von Ammoniak, sondern auch in Form von Salpetersäure wird der Stickstoff mit Vortheil den Pflanzen zugeführt. Bei der Vergleichung dieser Salze mit den Ammoniaksalzen hat Kuhlmann gezeigt, daß sie gegenüber den letzteren eine größere Wirkung haben, als dem Verhältnisse des beiderseitigen Gehaltes an Stickstoff entsprechen würde, und daß diese Wirkung Folge einer Zersetzung der Salpetersäure ist, deren Stickstoff mit dem freiwerdenden Wasserstoff Ammoniak bildet, wie dieß z. B. bei der fauligen Gährung stattfindet; und wenn man nun die große Flüchtigkeit der Ammoniaksalze bedenkt, so wie, daß aus der Salpetersäure sich das Ammoniak nur allmählig und vielleicht in demselben Maaße, in dem es von den Pflanzen aufgenommen wird, bildet, so wird man begreifen, daß die Wirkung der salpetersauren Salze gegenüber der des kohlensauren Ammoniaks eine größere, als dem beiderseitigen Gehalte an Stickstoff entsprechen würde, sein muß. Kuhlmann hat auch gezeigt, wie das Ammoniak der Atmosphäre in Salpetersäure könne verwandelt werden.

45. Der Schwefel tritt in gebundenem Zustande in der Pflanzensubstanz auf, zunächst als Schwefelsäure, wie die Behandlung der Pflanzensäfte, des Mostes, der Macerations-

flüssigkeit mit Baryt erweist. Ferner ist er ein wesentlicher Bestandtheil der mit den Namen Albumin, Kaseïn, Legumin, Gluten belegten Modificationen des Proteïn, und zwar bis zu 1 Aequivalent auf 25 Aequivalente Stickstoff. Er macht sich demgemäß bei der Zersetzung durch die Entwickelung von Schwefelwasserstoffgas bemerklich. Die Proteïnverbindungen finden sich in den verschiedenen Pflanzenorganen vor, und in um so größerer Menge, je mehr Lebenskraft diese Organe besitzen, je jünger und je mehr in der Entwickelung begriffen sie sind. Die physiologische Bedeutung des Schwefels scheint so hervortretend zu sein, daß man daraus fast schließen möchte, daß er ein der Pflanze nothwendiges Element sei.

46. Man findet auch in den durch die Pflanzen circulirenden Flüssigkeiten und in den Theilen, welche das Skelett bilden, ihre Form und Festigkeit bedingen, ohne an dem bildenden Leben selbst Antheil zu nehmen, Schwefel. Aus diesem Vorkommen würde man nicht auf die Unentbehrlichkeit der schwefelsauren Salze schließen dürfen, da sie, wie leicht ersichtlich, durch jedes andere, zur Herstellung der Festigkeit, welche sie der Pflanze geben, geeignetes Salz ersetzt werden können.

47. Endlich enthalten gewisse Pflanzen ein an Schwefel reiches wesentliches Oel; dahin gehört eine große Anzahl Cruciferen, der schwarze Senf, die Kochlearie, die Kresse, der Rettig; ferner die knoblauchartigen und viele andere Pflanzen. Da diese Oele, je nach dem Klima und dem Boden, in welchem die Pflanzen cultivirt werden, in größerer oder geringerer Menge auftreten, könnte man behaupten, daß ihre Anwesenheit nicht unumgänglich nothwendig für das Pflanzenleben sei, daß sie als ein Excret zu betrachten seien, dessen die Pflanzen enthoben sein würden, wenn sie nicht Schwefel aufnehmen könnten.

48. Der directe Versuch allein kann uns daher zur Erkennung der Nützlichkeit des Schwefels für die Pflanzenernährung führen. Es folge nun, was Thatsachen uns lehren: Wenn man eine ziemlich geringe Menge (100 bis 150 Pfd.) Gyps auf einen Morgen Luzerne, Klee oder Esparsette ausstreut, so verdoppeln die Pflanzen in gewissen Fällen ihre Entwickelung:

die Blätter werden zahlreicher, breiter, von tieferem Grün; die Wurzeln nehmen an der Vermehrung der anderen Organe Theil.

49. Die zwei hauptsächlichsten Umstände, welche die Wirkung des Gypses oder schwefelsauren Kalkes charakterisiren, sind: zunächst seine Geeignetheit für gewisse Gewächse. Während die Mehrzahl der Leguminosen und andere Pflanzen, wie der Kohl, Raps, die Wasserrübe, der Hanf, Lein, Buchweizen, Mais, durch ihn eine sehr fühlbare Aufhülfe empfangen und dieses Verzeichniß nur durch den Mangel der Erfahrung bei anderen Gewächsen begrenzt ist, ist der Gyps wirkungslos bei den Gramineen.

50. Der zweite bezeichnende Umstand ist, daß der Gyps nicht auf allen Bodenarten wirkt. Man glaubte anfangs, daß er nur auf kalkfreien Böden anwendbar sei und somit nur durch die allmählige und abgemessene Zufuhr dieser Substanz zu den Pflanzen wirken könne. In diesem Falle jedoch würde seine Wirkung bei allen Pflanzenarten, welche eine namhafte Aufhülfe bei der Verabreichung von Mergel oder Kalk zeigen, sichtbar geworden sein; zu diesen aber gehören die Gramineen. Endlich hat man schon vor langer Zeit bemerkt, daß der Gyps sehr gut auf Kalkboden wirke, und wir selbst bewiesen seine großen Erfolge auf Böden, welche 20 und mehr Procent Kalk enthalten. Die Bodenarten jedoch, auf denen der Gyps von Erfolg war und deren wir eine große Anzahl untersuchten, zeigten stets Mangel an Schwefelsäure. Es wirkt demnach der Gyps nicht durch seinen Kalkgehalt auf die Vegetation.

51. Die Zweifel müssen jedenfalls weichen, wenn man vernimmt, daß Isidore Pierre dieselben Resultate vom schwefelsauren Kalke, wie vom schwefelsauren Natron und schwefelsauren Ammoniak erhalten habe. Wir folgern daher mit Humphrey Davy, daß der Gyps durch seinen Schwefel, welcher wenigstens für gewisse Pflanzen ein gedeihlicher, wenn nicht nothwendiger Nahrungsstoff ist, wirkt.

52. Außerdem besitzt der Gyps die werthvolle Eigenschaft, das Ammoniak in einer weniger flüchtigen Form zu binden. Er setzt sich in feuchten Böden mit demselben theilweise

in schwefelsaures Ammoniak und kohlensauren Kalk um und braust mit Säuren, kurze Zeit nachdem er auf dem Felde vertheilt worden, auf, indem er das Ammoniak, sei es von kohlensauren Verbindungen, welche dem Boden und Dünger entstiegen, sei es von den in der Atmosphäre verbreiteten, empfangen hatte.

53. So wie der Schwefel, trägt der mit dem Proteïn verbundene Phosphor zur Bildung der eiweißartigen Substanzen bei [45]. An verschiedene Basen gebunden, ist die Phosphorsäure ein Bestandtheil mehrerer Pflanzenorgane, und findet sich unter Anderem in allen Saamen; ihre Abwesenheit im Boden giebt sich bei allen Gewächsen zu erkennen. Man versichert, beobachtet zu haben, daß die seit längerer Zeit von Milchkühen begangenen Weiden, welche dieses Elementes durch die Ausführung der Milch, welche viel davon enthält, beraubt sind, allmählig verarmen und endlich unfruchtbar werden, aber die Fruchtbarkeit durch Verabreichung von Knochenmehl, Asche und jedem anderen phosphorsäurehaltigen Dünger wieder gewinnen, während nur stickstoffhaltige Dünger ohne Wirkung bleiben. Diese von gediegenen Männern bezeugte Thatsache ist noch nicht wissenschaftlich beobachtet worden und kann nicht als genügender Beweis gegeben werden; eben so wenig die Ansicht des H. Davy, daß der Boden Siciliens in Folge der fortgesetzten Ausfuhr der an Phosphorsäure sehr reichen Getreidekörner nicht mehr dieselben Getreideernten gebe, welche die Alten erzielten.

54. Directe Versuche setzen jedoch die Wichtigkeit der phosphorsauren Verbindungen in den Pflanzen außer Zweifel. Lassaigne hat nachgewiesen, daß basisch phosphorsaurer Kalk, in kohlensaurem Wasser, welches 0,00075 seines Gewichtes aufnimmt, gelöst, dem damit begossenen Getreide ein intensiveres, lebhafteres Grün gab; seine Höhe verhielt sich zu der des mit kohlensaurem Wasser ohne Phosphate begossenen Getreides wie 100 zu 70, und das Gewicht der getrockneten Masse wie 193 zu 153. Derselbe hat auch gezeigt, daß Kochsalz 0,333 Theile basisch phosphorsauren Kalk lösen kann; das Auflösungsvermögen des Chlorammoniums (Salmiak) ist noch weit

größer, als das des Chlornatriums. Zahlreiche Erfahrungen im Großen mit Substanzen, welche phosphorsauren Kalk enthalten, mit Knochen, Asche, Beinschwarz u. s. w., haben die Bedeutung dieser Substanz und die Nothwendigkeit, sie den Böden, welche sie von Natur nicht besitzen, zu verabfolgen, außer Zweifel gesetzt. Im Allgemeinen begleitet der phosphorsaure Kalk den kohlensauren Kalk in der Ackererde.

55. Die Pflanzenaschen enthalten fast immer Chlorverbindungen, stets jedoch in untergeordneten Mengen gegenüber den anderen Salzen, selbst bei den Pflanzen, welche ihrer Natur nach auf Salzboden wachsen; werden die Salzpflanzen auf Boden, welcher kein Seesalz enthält, gebaut, so haben sie davon keine bedeutendere Menge, als die anderen Gewächse, und scheinen es nicht zu entbehren, vorausgesetzt, daß ihnen die anderen Salze mit alkalischen Basen nicht fehlen. Diese Art von Gleichgültigkeit der Gewächse gegen gewisse Salze, dieses Steigen oder Fallen der Menge an Chlorverbindungen, welches selbst bei derselben Pflanzenart bedeutend ist, ohne daß ihr Wachsthum davon berührt zu werden scheint, könnte uns jedes Mittel zur Beurtheilung, ob das Chlor, wenn auch in der geringsten Menge, wesentlich für die Ernährung der Pflanzen sei, rauben. Ein Versuch, welcher leider nicht hinreichend verfolgt und wiederholt worden ist, macht uns für eine Verneinung geneigt. Man begoß in Kalkboden gesäete Pflanzen zum Theil mit reinem Wasser, zum Theil mit einer Lösung von Chlorcalcium, einen dritten Theil endlich mit einer Lösung von Chlornatrium. Zwischen den zwei ersten Abtheilungen bemerkte man durchaus keinen Unterschied, die dritte zeigte ein tieferes Grün und die Pflanzen blieben untersetzter, welche Wirkung vom Kochsalze wohl bekannt ist. Somit wäre in ähnlichen Fällen die Wirkung dem Natron und nicht dem Chlor zuzuschreiben.

56. Man konnte die Anwesenheit des Jod in der Luft oder in dem Wasser nicht nachweisen, ohne es auch in den Gewächsen zu finden; wir verdanken dies Chatin. Es findet sich jedoch bei derselben Art in so verschiedenen Mengen, daß man es bis jetzt nur als eine, weil löslich, von den Pflanzen

aufgenommene Substanz betrachten kann, ohne ihm einen merklichen Einfluß auf dieselben zusprechen zu können.

57. Die *Kieselerde* wird meist an ein Alkali gebunden auf der Oberfläche der Blätter und Zweige, entsprechend dem Grade der Verdunstung, welchen die Säfte an derselben erleiden, abgelagert. Wenn man die Pflanzen, namentlich nach einigen trocknen Tagen, abwäscht, so sieht man in dem Waschwasser bei Hinzufügung einer Säure gelatinöse Kieselsäure gerinnen. Die Regen lösen diesen Ueberzug von den Blättern, und indem sie so deren Poren von demselben befreien, üben sie eine weit sicherere Wirkung aus, als durch die Näßung allein, welche nur die unteren Zweige trifft. Die Gärtner tragen dem Rechnung, indem sie das Wasser in Tropfenform auf die Blätter (das *Bebrausen*) fallen lassen. Es scheint somit, daß die Kieselerde, indem sie durch die Säfte fortgeführt und so sicher ausgeschieden wird, gleichsam als suche das Gewächs sich eines schädlichen Stoffes zu entledigen, nicht als wirkliche Pflanzennahrung angesehen werden dürfe.

58. Dieser Schluß würde ein gewagter sein. Während ein Theil der Kieselerde durch die Verdunstung nach außen geführt und abgeschieden wird, erfüllt ein anderer Theil einen physiologisch sehr wichtigen Zweck, indem er in die Zusammensetzung der Epidermis eintritt; die mehrerer Pflanzenarten scheint sogar fast lediglich von derselben gebildet zu werden, wie z. B. das feste und glänzende Gewebe, welches den Gramineen die Festigkeit verleiht. Die Kieselerde bildet $\frac{99}{100}$ der Asche des Bambusrohres, $\frac{43}{100}$ der des Weizen-, $\frac{63}{100}$ der des Roggen-, $\frac{69}{100}$ der des Gerstenstrohes, und wenn diesen Pflanzen die Kieselerde fehlt, bleiben die Halme weich, tragen kaum die Aehre, und lagern sich zur Zeit des Körneransatzes, vorzüglich bei den Getreidearten mit geringem und leichtem Holzkörper.

Diese Eigenschaft der Kieselerde, gewissermaßen den Panzer der so nützlichen und so ausgedehnt angebauten Gramineen zu bilden, giebt ihr bei deren Ernährung eine gewichtige Rolle.

59. Diese physiologische Folgerung wird durch die Erfahrung bestätigt. Zwei Kornstauden wurden unter geräumigen

Glocken in reinem kohlensauren Kalk, welcher aus pulverisirten Marmorabfällen gebildet worden war, keine Spur Kieselerde enthielt und mit 0,0002 Gewichtstheilen Natronsalpeter versehen worden war, gezogen. Die erste Staude wurde mit destillirtem Wasser, die andere mit desgleichen, welches durch 0,002 Gewichtstheile Potasche alkalisch gemacht und in welches feiner Sand gethan worden war, begossen. Die Halme der ersteren blieben fortwährend schwach und gebeugt, während die der zweiten sich aufrecht und fest hielten. Die Asche der ersteren enthielt Spuren von Kieselerde, dieselben rührten wahrscheinlich aus den Saamenkörnern her; die der zweiten enthielt eine merkliche Menge derselben. Diese Versuche sollten in größerem Maßstabe wiederholt werden, um Aschenmengen zu erhalten, welche der genauen Wägung zugängiger wären [1]).

60. Die Reihe von Körpern, welche die Rolle einer Säure spielen, schließend, müssen wir vor Beginn der in ihren Verbindungen als Basen auftretenden einige Worte über eine Hypothese, auf welche Liebig eine ganze Theorie der Pflanzen-

---

1) Die Resultate solcher Untersuchungen liegen von E. John und von John Pitkin Norton vor. Es enthielten 100 Theile trockener Substanz an Kieselsäure beim:

	I. Weizen E. John.		II. Dinkel E. John.		III. Hafer J. P. Norton.		IV. Hafer E. John.		V. Hafer E. John.	
	gelagert	ungelagert	gelagert	ungelagert	gelagert	ungegert	gelagert	ungelag.	gelagert	ungelag.
im Stengel . . .	—	—	2,86	3,79	0,67	1,93	—	—	—	—
in Blättern und Scheiden . . .	—	—	6,41	10,52	3,12	4,36	—	—	—	—
in Aehren, Spreu 2c.	—	—	0,96	1,00	4,48	11,07	—	—	—	—
in der ganzen Pflanze	3,895	6,97	3,98	6,44	—	—	3,87	2,84	4,00	2,57

Während in den Fällen I., II. und III. bei Weizen und Hafer das Lagern mit einem Mangel an Kieselerde verbunden war, zeigt Fall IV. und V. bei Hafer das Gegentheil. Die Kieselerde hat daher bei der Ernährung der Gramineen die oben ausgesprochene Bedeutung, denn ein Mangel an derselben verursacht das Lagern; andrerseits aber ist er nicht die alleinige Ursache des Lagerns.

Der Uebersetzer.

physiologie gründen wollte, sagen. Man weiß, daß der Saft, welcher in einer jungen, der Blätter beraubten Pflanze durchaus keine Pflanzensäure enthält, wenn er in Folge des Respirationsprozesses oxydirt, die dem Zucker und Gummi analogen Bestandtheile verändert und sie zum Theil in Pflanzensäuren überführt.

61. Diese gemäß den verschiedenen Pflanzenarten verschiedenen Säuren finden sich meistens an Basen: Kali, Natron, Ammoniak, Kalk, Bittererde u. s. w. gebunden; seltener findet man sie in freiem Zustande, wie in den unreifen Früchten. So tritt freie und gebundene Apfelsäure in den Kernfrüchten, Citronensäure in den Citronen und Johannisbeeren, Weinsteinsäure in den Weinbeeren, Gerbsäure in den Blättern und der Rinde der Eiche, der Ulme, des Hollunders, des Haidekrautes u. a., Oxalsäure in den Blättern der Oxalideen, des Sauerampfers, der Lichenen u. a. auf. Beim Verbrennen verwandeln sich alle diese Säuren in Kohlensäure, und als solche finden wir sie in der Asche.

62. Von diesen Thatsachen ausgehend, sagt Liebig, daß, wenn das Leben der Pflanzen an die Anwesenheit dieser Säuren gebunden ist, es wahrscheinlich sei, daß jedes Gewächs bei seiner freien Entwickelung eine bestimmte Menge der ihm eigenthümlichen Säure bilden, diese aber eine ihrem Sättigungsvermögen entsprechende Menge Basen finden müsse. Die Basen ihrerseits können in den bekannten Mengenverhältnissen einander vertreten. Demgemäß muß man in denselben Pflanzen oder in derselben Pflanzenart dem Sättigungsvermögen, d. h. ihrem Sauerstoffgehalte nach stets die gleiche Summe Basen finden, wenngleich die Mengen dieser oder jener einzelnen je nach ihrem Vorkommen im speciellen Standorte bedeutenden Schwankungen unterliegen können. So wäre es also gleich, ob die Pflanze 118 Theile Kali oder 78 Theile Natron, oder 70 Theile Kalk oder 52 Theile Bittererde erhalte, da jede dieser Mengen der betreffenden Basen 20 Theile Sauerstoff enthält.

63. Bei der Untersuchung der Aschen zweier auf verschiedenem Boden gewachsenen Fichten fand de Saussure in

1000 Theilen von I. 11,87, von II. 11,28 Theile Asche; die Zusammensetzung derselben war:

Fichte vom Mont Breven.

kohlensaures Kali	3,60;	darin	0,41	Sauerstoff
kohlensaurer Kalk	46,34;	„	7,33	„
kohlensaure Bittererde	6,77;	„	1,27	„
	56,71;	darin	9,01	Sauerstoff der Basen.

Fichte vom La Salle.

kohlensaures Kali	7,36;	darin	0,85	Sauerstoff
kohlensaurer Kalk	51,19;	„	8,10	„
	58,55;	darin	8,95	Sauerstoff der Basen.

Diese beiden Fichten besitzen somit trotz der Verschiedenheit der Basen in denselben ein gleiches Sättigungsvermögen.

Wir stellen ihnen zwei andere nach der Analyse von Berthier gegenüber:

Fichte von Nemours.

Alkalisalze	0,0720;	darin	1,20	Sauerstoff
Kalk	0,6847;	„	10,84	„
Bittererde	0,0643;	„	1,20	„
	0,8210;	darin	13,24	Sauerstoff der Basen.

Fichte von Bordeaux, in Nemours gewachsen.

kohlensaure Alkalien	0,0771;	darin	0,98	Sauerstoff
Kalk	0,6582;	„	10,43	„
Bittererde	0,0696;6	„	1,30	„
	0,8049;	darin	12,71	Sauerstoff der Basen.

Hier liegen zwei Fichten verschiedener Spielart vor, welche auf demselben Boden gewachsen sind, deren Bestandtheile in dem Sättigungsvermögen unter einander und von den beiden vorigen, als Beispiel der gleichen, nach dem Sauerstoffgehalte bemessenen Sättigungs-Capacität der Basen vorgeführten Fichten abweichen.

64. Wenn es genügte, das stete Vorkommen der mineralischen Alkalien in den Pflanzenaschen festzustellen und ihre physiologische Bedeutung zu beweisen, um sie unter die Nahrungsstoffe der Pflanzen rechnen zu dürfen, so wäre die Lösung der Aufgabe leicht. Zunächst findet man Kali und Natron stets in den Aschen, und oft in bedeutender Menge.

65. Die physiologischen Wirkungen dieser Alkalien sind verschiedene. So erhalten die mineralischen Basen das Flüssig-

sein des Saftes; sie wirken auf ihn wie auf das Blut, dessen Gerinnen durch die Beimischung eines Alkali verhindert wird; durch ihre Vermittelung kann Eisen löslich werden und an der Zusammensetzung des Saftes Theil nehmen; sie befördern die Oxydation der Pflanzen-Gewebe und Flüssigkeiten bei der Berührung mit der Atmosphäre. In Betracht, daß die Endosmose eine der thätigsten Ursachen der Säftebewegung ist, erkennt man leicht das Bedürfniß an löslichen Basen, welche dem Safte verschiedene Grade der Flüssigkeit geben. Durch die Verdunstung bilden sich auf der Oberfläche der Blätter Ablagerungen der Bestandtheile des Saftes, und es ist von Bedeutung, daß unter ihnen sich Basen befinden, welche ihre Löslichkeit nach dem Trockenwerden beibehalten, und daß sich z. B. kieselsaures Kali und nicht reine Kieselerde ablagert, daß die Ablagerungen von kohlensaurem Kalke mit denen von kohlensaurem Kali und Natron gemischt sind und durch diese verhindert werden, feste und anhaftende Massen zu bilden. Endlich machen die Alkalien das in den organischen Bestandtheilen des Bodens und im Dünger enthaltene Ammoniak, welches ohne ihre Reaction gebunden bleiben würde, flüchtig.

66. Liebig versucht die Bedeutung der Alkalien für die Vegetation durch eine Beobachtung, die, wenn sie eine allgemeinere wäre, Beweiskraft haben könnte, darzuthun. Wenn man Kartoffeln im Keller wachsen läßt, so erzeugt sich ein Pflanzen-Alkali (das Solanin), welches die Bestimmung zu haben scheint, die Mineral-Alkalien, welche die Pflanze im Boden nicht finden kann, zu ersetzen. Die Alkaloide der Chinarinde vertreten zufolge dieses Schlusses die mineralischen Basen dieser Pflanze, was in der That der Fall sein könnte, wenn die verschiedenen Basen sich im Verhältnisse ihrer Aequivalente verträten.

67. Da jedoch alle diese Beweisführungen nicht in klaren und entscheidenden Worten die Thätigkeit der Alkalien darthun, wollen wir versuchen, durch die an der Vegetation beobachteten Thatsachen dem Ziele näher zu kommen. Man nimmt wahr, daß die zersetzten und durch die Gewässer ausgespülten Feldspathe, Granite und Basalte, Lager bilden, welche des Alkali

beraubt sind und in denen das kieselsaure Kali in kieselsaure Thonerde umgewandelt ist (Berthier); demzufolge sind solche Flächen unfruchtbar, während die Massen an der Verwitterungsstätte, ohne durch Auswaschung gelitten zu haben, das Alkali behalten und ganz grüne Grasflächen erzeugen. In der vulkanischen Asche des Vesuvs (Rapilli), welche keine organischen Substanzen, aber bis 12 pCt. Kali und 5 bis 6 pCt. Natron enthält, finden sich Gewächse, deren Vorkommen von ihrer Güte zeugt. Persoz hat die Gedeihlichkeit der Kalisalze für den Weinstock erkannt. Liebig berichtet, daß, während die reichen Dünger in den Weinbergen am Rheine keine Wirkung mehr haben, dieselben wieder durch die Anwendung des an Ammoniak und Phosphorsäure armen, dagegen alles Kali der Nahrung der Thiere in sich verschließenden Kuhdüngers bereichert werden. In den Ländern, in welchen der an Alkalien arme Sandstein auftritt, forscht man mit Eifer der nicht ausgelaugten Asche nach, da dieselbe die erschöpften Felder wieder fruchtbar macht (die Vogesen). Das Rasenbrennen (§. 295.) endlich scheint die Hauptwirkung zu haben, den Thon der Verwitterung auszusetzen und seine Alkalisalze löslich zu machen.

68. Diese Thatsachen tragen ohne Zweifel dazu bei, die Nützlichkeit der Alkalien für die Vegetation zu zeigen; darüber aber sind wir einig, daß sie nicht dem directen, unter Bedingungen, welche es möglich machten, die Wirkungen der Alkalien von denen aller anderen Substanzen zu trennen, angestellten Versuche gleich kommen können.

69. Wiewohl das Kali in gewissen Fällen, wie z. B. bei dem fern vom Meere cultivirten Salsola tragus, das Natron scheint ersetzen zu können, so bemerken wir doch, daß selbst auf den mit Kochsalz sehr geschwängerten Böden das Kali sich in den Pflanzen in überwiegender Menge gegenüber dem Natron vorfindet, vorausgesetzt, daß man Sorge trage, sie vor der Einäscherung zu waschen, um das ausgeschiedene Salz zu entfernen. Bei der Analyse von Luzerne, welche auf sehr kochsalzreichem Boden gewachsen war, fand Berthier einen Ueberschuß an Kalisalzen und sehr kleine Mengen Natronsalze. Die Pflanzen

mit saftigen Blättern machen jedoch hiervon eine Ausnahme; in den Körnern wiederum herrscht bei Allen das Kali vor. Man muß daher glauben, daß die beiden Alkalien nicht dieselbe physiologische Verwendung haben und sich nicht immer gegenseitig vertreten können.

70. Chatin versuchte die Wirkungen der Alkalisalze bei verschiedenen Pflanzen: er fand das phosphorsaure und kohlensaure Kali günstig, das kohlensaure Natron dagegen sehr schädlich bei den Bohnen; das kohlensaure und salpetersaure Kali günstig beim Spinat, dagegen die Natronsalze demselben schädlich; — mit einem Worte, in der Mehrzahl der Fälle von den Kalisalzen eine günstige, von den Natronsalzen eine ungünstige Wirkung.

71. Man hat oft versucht, die Wirkungen des Kochsalzes (Chlornatrium) auf die Vegetation festzustellen; diese Versuche haben nur zweifelhafte oder verneinende Resultate gegeben. Man glaubte zu bemerken, daß die auf Salzboden wachsenden Pflanzen gedrungener, fester, grüner seien; wir besitzen jedoch einen Versuch im Großen, welcher uns genügend aufklären muß. An den Küsten des Mittelmeeres liegen weite, von Seesalz geschwängerte Flächen; dieselben sind angebaut. Abgesehen von den Schwierigkeiten, welche sie der Cultur durch ihr frühzeitiges Austrocknen und Erhärten entgegenstellen, finden wir, daß diese Ländereien Ernten hervorbringen, welche vollkommen mit denen salzfreier Länder derselben sonstigen Beschaffenheit sich messen können; daß, die Kosten bei beiden gleich gesetzt, beide gleich viel gelten; und sogar, daß die Dünger auf die Ernten der Salz-Länder von größerer Wirkung sind.

72. Die Alkalisalze fehlen fast nie dem Boden gänzlich. Dasselbe gilt nicht vom Kalke, und wo man ihn nicht antrifft, erhält man von dem Aufbringen von Mergel und Kalkhydrat so bedeutende Wirkungen, daß es unmöglich ist, an der Nothwendigkeit des Kalkes bei der Pflanzenernährung zu zweifeln. Sobald die sauren Pflanzen von dem Felde verschwinden, verdoppelt es seine Getreideerträge, wird es fähig, Weizen statt des Roggens zu tragen und Blattfutter zu geben.

73. Außer der directen Wirkung des Kalkhydrats, die Pflanzen mit dem ihnen fehlenden Elemente zu versehen, ist es bei Urbarmachungen und Entholzungen, wo viel Kohlensäure, deren Ueberschuß der Vegetation schädlich ist, erzeugt wird, auch thätig durch die Absorption dieser Säure im Augenblicke ihrer Entstehung. Verabfolgt man es Feldspath-, Thon- und Mergel-Böden, welche reich an kieselsauren Alkalien sind, so veranlaßt es dieselben, ihre Alkalien der Vegetation zu überlassen; Payen endlich zeigte, daß dieser Stoff die Eigenschaft besitze, den Verlust an Ammoniakgas, welches der faulende Mist erzeugt, zu beschränken.

74. de Saussure zeigte, daß die Bittererde den Kalk in den Pflanzenaschen vertritt, wenn diese letztere Substanz dem Boden fehlt; doch scheint es, als könne der Kalk nicht immer die Bittererde ersetzen, denn man findet diese ohne Ausnahme in allen Saamen. Es ist wahr, daß dies so kleine Mengen betrifft, welche durch das Regenwasser oder selbst durch so kleine im Boden vorhandene Spuren, daß dieselben der Analyse sich entziehen, wenn man sie nicht ganz besonders aufsucht, den Pflanzen zugeführt sein könnten. Man hat keine directen Versuche über die Wirkung der Bittererde auf Boden, welcher von Natur derselben beraubt ist, angestellt, denn der von Boussingault, welcher die guten Resultate der phosphorsauren Ammoniak-Magnesia darthut, gestattet nicht, in dem Gesammteffect den Antheil zu sondern, welchen an demselben jede dieser Substanzen, welche alle drei in den Saamen sich finden, genommen hat.

75. Die Bedeutung des Eisens für die Vegetation scheint eine größere zu sein, als die geringe Menge, welche die Pflanzen enthalten, glauben läßt. Man weiß, daß der Grad ihrer Gesundheit, so zu sagen, durch den Grad der Färbung ihrer Blätter gemessen werden kann: nun aber ist das Chlorophyll, welches diese grüne Färbung giebt, eine aus Fettarten und Eisen zusammengesetzte, den Blutkügelchen ganz ähnliche Substanz; und wenn das Chlorophyll in der Pflanze fehlt, so genügt nach den Versuchen von Gris die Bespritzung der

Blätter mit einer schwachen Lösung von schwefelsaurem Eisenoxyd zur Bildung des Chorophyll und zum Hervorrufen einer auffallend grünen Farbe. Der Eisenvitriol aber ist ein wirkliches Gift für die Pflanzen, wenn er durch die Wurzeln aufgenommen wird; auch ist seine Anwesenheit in Kieselböden schädlich, in den kalkhaltigen bildet sich kohlensaures Eisenoxyd, welches von den Pflanzen ohne Gefahr aufgenommen werden kann.

76. Die Bodenarten, welche eine geringere Menge Eisenoxyd enthalten, haben eine röthliche Farbe, durch welche sie den weißen Böden vorgezogen werden. Doch kann man diesen Vorzug nicht als ein Zeugniß für die ernährenden Eigenschaften des Eisens betrachten. Die Güte dieser Böden kann daraus entspringen, daß ihre Farbe die Wärmestrahlen einsaugt und ihre Temperatur erhöht, so wie auch aus der Eigenschaft des Eisenoxyds, das Ammoniak der Atmosphäre zu fixiren.

77. Wenn der Boden Mangan enthält, so trifft man es in den Pflanzenaschen; die Seltenheit der Thatsache scheint indeß zu beweisen, daß dieses Mineral der Vegetation nicht wesentlich sei.

78. Die Thonerde findet sich selten und ausnahmsweise in gewissen Pflanzen, wiewohl das Erdreich viel in Form von kieselsauren Verbindungen enthält. Es erklärt sich dies leicht, wenn man bedenkt, daß die löslichen Thonerde-Salze durch die kohlensauren Erden und Alkalien zersetzt werden und ein unlösliches Product hinterlassen.

79. Somit hat die Erfahrung uns bis jetzt die Nützlichkeit der folgenden Stoffe bei der Ernährung der Pflanzen erwiesen: 1) das Wasser, 2) der Kohlenstoff, 3) der Sauerstoff, 4) der Wasserstoff. Ferner haben wir gefunden, daß die Vegetation in gewissen Fällen gewöhnlich befördert werde durch folgende andere Stoffe: 5) der Schwefel, 6) der Phosphor, 7) der Kalk, 8) das Eisen. Physiologische, noch nicht genugsam durch directe Versuche festgestellte Gründe endlich veranlassen uns, für nothwendig zu halten: 9) das Chlor, 10) die Mineral-Alkalien, 11) die Bittererde, 12) die Kieselerde. In

diesen Stoffen oder ihren Verbindungen dürfen wir die Elemente der der Vegetation nothwendigen Materialien, deren Fehlen dieselbe entkräftet, erblicken. Neue, wohlgeleitete Versuche allein könnten dahin führen, alle Aussprüche dieses Abschnittes bestimmt erscheinen zu lassen oder aber durch neue zu ersetzen.

80. Diese Versuche können angestellt werden, indem der Standort der Pflanzen einer oder mehrerer jener Substanzen beraubt würde, oder indem ihm die, welche ihm fehlen, gegeben und dann die Wirkungen ihrer Anwesenheit oder Abwesenheit auf die Vegetation beobachtet würden. Wir ziehen dieses Verfahren dem vor, einen Boden in allen Theilen aus Substanzen durch Mischung zusammenzusetzen, da diese Mischung stets unvollkommen sein und nicht die physikalischen Eigenschaften des durch lange Zeit unter natürlichen Einflüssen entstandenen Bodens besitzen wird; man sollte sich um so mehr vor den zusammengesetzten Böden, welche im Laboratorium aus Elementen, die chemischen Operationen entsprangen, gebildet worden sind, hüten, als diese sie selten rein und völlig befreit von den bei ihrer Darstellung angewendeten Säuren liefern. Man wird mit einer genügenden Anzahl Pflanzen agiren müssen, damit die allgemeinen Resultate nicht durch organische Fehler eines oder einiger Individuen gefährdet seien. Zufolge der Vernachlässigung dieser Bedingungen können Reihen von Versuchen, welche mit Aufopferung durchgeführt wurden, den Sätzen, auf deren Umsturz sie zielen, zur Stütze dienen.

Dritter Abschnitt.

Zwei Quellen der Pflanzennahrung.

81. Die Pflanzen wachsen in zwei Medien: der Luft und der Erde (Luft und Wasser bezüglich der Wasserpflanzen); ihre Lufttheile sind mit Organen zum Einathmen der Gase, der Dünste und des Wassers (die Stomaten), ihre unterirdischen Theile mit Organen zum Einnehmen der Lösungen (die Fiberchen, Faserwurzeln, Würzelchen, Wurzelenden, Wurzelschwammwülstchen) versehen. In der Luft und in dem Wasser müssen wir den Ursprung der für die Unterhaltung und das Wachsen der Pflanzen unentbehrlichen Substanzen suchen.

82. Kein Gewächs kann, der Luft beraubt, lediglich von den mittelst der Wurzeln dem Boden entnommenen Säften leben. Wohl sieht man gewisse Wasserpflanzen einige Zeit hindurch im Leeren oder in einer des Sauerstoffs beraubten Luft leben, doch wird keine Pflanze sich hier entwickeln.

83. Kein der Cultur unterworfenes Gewächs kann ein normales und gedeihliches Leben führen, indem es seinen Unterhalt lediglich aus der Atmosphäre schöpft. Zahlreiche Versuche ergaben in diesem Falle wohl eine gewisse Entwickelung nach außen, einige sogar Blüthen und kümmerliche Fruchtbildung, ohne daß jedoch die Masse der Pflanze sich nur annähernd wie diejenige, welche aus beiden Medien schöpft, vermehrte; diese wiederum gedeiht um so besser, je größere Mengen derjenigen Nahrungsstoffe, welche sich nur in ungenügenden Mengen in der Luft finden, der die Wurzeln umgebende Boden enthält. Auf

einer Täuschung beruht z. B. der Glaube, daß ein Ast der Weide von Vauhelmont in 5 Jahren das Gewicht von 5 Pfd. auf $173\frac{1}{2}$ Pfd. vermehrte, während er lediglich in Wasser tauchte. Solche Wirkung findet noch weniger statt, wenn man statt des Quell- oder Flußwassers, welches Substanzen aufgelöst enthält, destillirtes, also von denselben ganz befreites Wasser anwendet.

84. Dennoch ziehen die Pflanzen wohl aus der Atmosphäre den größten Theil ihrer Substanz. Nachdem festgestellt wurde, daß Regenwasser, welches mehrere Tage hindurch in einem stark gedüngten Gartenboden sich verhalten hatte, $\frac{1}{1000}$ seines Gewichtes trocknen Extract enthielt, so wie daß die in diese Lösung getauchten Pflanzen nur den vierten Theil dieses Extractes aufnahmen, ließ de Saussure in diesem Wasser eine Sonnenblume wachsen, welche in 4 Monaten ein Gewicht von $8\frac{1}{2}$ Pfd., getrocknet von 1 Pfd. erreichte. Dann fand Hales, daß diese Pflanze in 24 Stunden eine ihrem Gewichte gleiche Menge Wasser verdunste, nach Verlauf von 4 Monaten hatte somit die Sonnenblume 500 Pfd. Wasser aufgenommen; in diesen war $\frac{1}{2}$ Pfd. Extract, von dem sie ein Viertheil, d. i. 4 Loth, oder ein Achtel ihres Gewichtes sich aneignete, sieben Achtel schöpfte sie daher aus der Atmosphäre. Sehr genaue Versuche von Lawes in Rothamsted zeigten ihm, daß die Pflanzen im Mittel 1 Theil trockner Substanz auf 200 Theile verdunsteten Wassers assimiliren. Hier hätten wir nur $\frac{1}{2}$ Pfd. Extract, und die Sonnenblume hat ein Gewicht von 1 Pfd. erreicht. Man muß jedoch in Betracht ziehen, daß dieser Schluß des Mr. Lawes zu allgemein gehalten ist, daß wir z. B. aus seiner Denkschrift ersehen, daß die Cerealien nur 0,4 pCt. des Gewichtes des Wassers, der Klee dagegen 0,7 pCt. assimiliren und es somit nicht befremden darf, wenn die Sonnenblume noch mehr assimilirte. Die Folge wird ergeben, daß diese Zunahme der Pflanze nicht allein den im Wasser gelösten Substanzen sondern auch den aus der Atmosphäre geschöpften zuzuschreiben ist.

Vierter Abschnitt.

Aus der Atmosphäre geschöpfte Pflanzennahrung.

85. Die atmosphärische Luft ist ein Gemisch von Sauerstoff und Stickstoff in dem fast constanten Verhältnisse von 20,9 Volumentheilen Sauerstoff und 79,1 Stickstoff oder 23,1 Gewichtstheilen Sauerstoff und 76,9 Stickstoff. Zu diesem Gemisch kommt aber u. A. eine veränderliche Menge Wasserdampf, Kohlensäure und eine große Anzahl verschiedener aufgelöster oder suspendirter Substanzen.

86. Die in der Atmosphäre enthaltene Sauerstoff-Menge ist unerschöpflich; die Pflanzen geben ihr täglich die ihr entzogene Menge zurück. Dasselbe würde selbst unter der Voraussetzung vom Stickstoff gelten, daß ihn die Pflanzen im gasförmigen Zustande absorbirten oder daß dieser Stickstoff bei der Aufnahme durch die Stomaten könne in Ammoniak verwandelt werden.

87. Nicht dasselbe aber gilt von der Kohlensäure. Die Luft enthält von derselben 4 bis 6 auf 10000 Raumtheile. Wenn man bedenkt, daß danach die Menge dieses Gases nur 9200 Pfd. für die über der Fläche von einem Morgen stehende Luftsäule beträgt, und daß das Holz, welches auf dieser Fläche in 1 Jahre wachsen kann, 930 Pfd. Kohlenstoff, entsprechend 3440 Pfd. Kohlensäure, d. i. den dritten Theil des Gehaltes jener Luftsäule bindet, so könnte man befürchten, die Luft dereinst ihres Kohlenstoffs beraubt und die Vegetation allmählig sich vermindern und endlich unmöglich werden zu sehen.

Diese Furcht könnte durch die riesenhaften Stämme von Pflanzen, welche zu einer Zeit, in welcher die Luft reicher an Kohlensäure war, gelebt haben, jener Pflanzen, deren Reste man in den durch sie gebildeten Steinkohlenlagern findet, vermehrt werden. Doch haben die Bildung der Steinkohlen, der Hölzer, des Humus, die Sättigung der durch die Umwälzungen zu Tage geförderten Metalle und alkalischen Substanzen, die vulkanischen Eruptionen, die Vegetation, welche auf Kosten des Kohlenstoffes der Luft stattfindet, und die täglichen Arbeiten des Menschen allmählig einen großen Theil dieses ursprünglichen Kohlenstoffes verzehrt und fixirt. Er wird zum Theil durch die Kohlensäuremengen, welche die Krater der Vulkane ausstoßen, durch die Gährung der organischen Stoffe, welche der Atmosphäre einen Theil der durch die Vegetation geraubten wieder giebt, durch die Bodencultur, welche den Humus in Berührung mit dem Sauerstoff der Atmosphäre bringt und so ihn befähigt, sich zu zersetzen und seinen Kohlenstoff zurückzugeben, wiedererstattet. Diese Umwandlung des Humus in Kohlensäure, welche zunächst die vom Boden eingeschlossene Luft bereichert, dann in die untersten Luftschichten übergeht, trägt bei fortgesetztem Ausströmen dazu bei, deren Verluste in dem Maaße, wie die Vegetation sich ihrer von Neuem bemächtigt, zu ersetzen. Sind wir bei einem Zustande des Gleichgewichtes, in dem der Verbrauch und die Erzeugung von Kohlensäure sich die Waage halten, angelangt? Dieß wird allein die Zukunft unseren Nachkommen darthun können.

88. Heut zu Tage ist es zweifellos, daß die Pflanzen in der Luft nicht eine ihrem Bedürfniß ganz entsprechende Menge Kohlenstoff finden. Sie gedeihen sichtlich besser auf einem an Humus und Mist reichen Boden, welcher eine große Menge Kohlensäure entwickelt; de Saussure bewies, daß sie sich mit mehr Vortheil in einer Luft, welcher man bis zu $\frac{1}{12}$ ihres Volumens von dieser Säure beigemischt hatte, entwickelten. Dies ist das 2- bis 300fache der von Natur darin vorhandenen Menge. Wenn diese Menge überschritten wird, scheinen die Pflanzen zu leiden, alsdann genügt der Sauerstoff nicht für

ihre Respiration; es muß aber die Ernährung im Gleichgewichte mit dem Athmen bleiben, das eine kann nicht ohne das andere vor sich gehen. (§§. 31—34.)

89. Da die Kohlensäure in dem Wasserdampfe der Luft gelöst ist, ist diese um so reicher an derselben, je feuchter sie ist; andererseits hat die Pflanze, im Falle die Luft um sie still steht, derselben die Kohlensäure bald entzogen. Endlich ist die Absorption von Kohlensäure um so lebhafter, je reichlicher der Zutritt des Sonnenlichtes ist; somit sind eine feuchte, leicht bewegte Luft unter Einfluß des Sonnenlichtes die dem Wachsen der Pflanzen günstigsten Verhältnisse. Hat man eine feuchte, kohlensäurereiche, aber unbewegte Luft und bedeckten Himmel oder eine trockene, kohlensäureärmere Luft mit Wind und klarem Himmel, so wird in beiden Fällen dem Fortschreiten der Vegetation etwas fehlen. Auf den gesunden Alluvial-Flächen der Thäler im Dep. dü Midi findet man häufig die drei zur Erlangung des Maximums von Zuwachs erforderlichen Umstände — reichliche Erzeugung der Kohlensäure, die, dem Boden entsteigend, durch die Feuchtigkeit der untersten Luftschichten gefesselt, durch die Winde an die Pflanzen geführt, von deren durch die Sonnenstrahlen gereizten Stomaten aufgenommen wird — vereint, der Reichthum der Vegetation ist das Product der Wirkungen dieser drei Ursachen.

90. Das W a s s e r ist in der Luft in Form von durchsichtigem Wassergas oder von nebel- und wolkenbildenden Wasserbläschen enthalten. Die Menge wechselt mit dem Luftdrucke und dem Wärmegrade, die Meteorologie lehrt hierüber das weitere. Wir führen hier als Beispiel nur die Mengen, welche die Luft in unserem Himmelsstriche, im Niveau des Meeres enthalten kann, an. Im Jahresmittel enthält die gesättigte Luft bei 10,8 Grad, der Temperatur von Paris, in 1 Kubik-Meter 9,75 Gramm Wassergas,

bei 1,8 Grad, der Temperatur des kältesten Monats . . . . . 6,33 „ „

bei 18,9 Grad, der Temperatur des wärmsten Monats . . . 16,66 „ „

Die Luft ist jedoch selten gesättigt; nach Beobachtungen, welche 1849 zu Versailles angestellt wurden, würde die mittlere Dunstsättigung des Jahres nur . . . . 0,69 betragen, die Luft also 6,72 Gramm Wasser enthalten.
Der Januar ergab eine mittlere Dunstsättigung von 0,88
die Luft also 5,57 Gramm Wasser,
der Juli ergab eine mittlere Dunstsättigung von 0,55
die Luft also 9,16 Gramm Wasser.

91. Es unterliegt keinem Zweifel, daß die Pflanzen eine gewisse Menge Wassergas durch ihre Blattorgane aufnehmen können, ob dies aber durch eine Lebensthätigkeit, durch ein Aufsaugen, oder lediglich durch Aufnahme, um sich mit der Feuchtigkeit der Luft in Gleichgewicht zu setzen, geschieht, ist nicht festgestellt. Wie dem auch sei, es ist diese Aufnahme ungenügend, denn eine Pflanze, deren Wurzeln in trockner Erde stehen und deren Haupt mit einer von Wasserdünsten geschwängerten Luft umgeben oder selbst in Wasser getaucht ist, lebt einige Zeit ohne Zunahme und geht endlich in Fäulniß über. Es kann dies nicht anders sein, denn wenn dieses Wasser auch genügt, die Biegsamkeit der Gewebe zu erhalten, so ist doch der durch die Blattausdünstung bedingte Umlauf der Säfte unterbrochen und diese stagniren. Eine kräftige Entwickelung und ein gesundes Aussehen dagegen zeigt die Pflanze, welche in einem genügend feuchten Boden steht, und das Haupt in völlig trockne Luft erhebt; diese erhält das nöthige Wasser durch die Wurzeln, dasselbe verdunstet durch die Blätter, nachdem es in den Pflanzengeweben einen Theil der Substanzen, welche es in Auflösung enthielt, ablagerte.

92. Es giebt jedoch eine Grenze für die den Pflanzen zuträglichste Stärke der Ausdünstung. Das ausgedünstete Wasser zeigte bei Pflanzen, welche in sehr trockner Luft standen, bedeutende Mengen von Kohlensäure und Ammoniak; es war dagegen um so reiner, je feuchter die Luft und je weniger beschleunigt die Ausdünstung war. Ein gewisser Feuchtigkeitsgrad der Luft ist daher selbst unter der Voraussetzung, daß der Boden alle nöthige Feuchtigkeit liefere, der Vegetation günstig.

Welche Wassermengen bedarf die Pflanze zur Verdunstung? Vor und während der Blüthe verdunstet die Luzerne in 24 Stunden 112,94 Gramm Wasser auf jedes Kilogramm ihres Gewichtes im trockenen Zustande. Der Luzernetrieb vom 1—30. Juni liefert einen Schnitt von 2000 Kilogr. trocknen Futters pro Hectare. Während des Wachsens war daher sein mittleres Gewicht 1000 Kilogr. Heu oder 4000 Kilogr. grüner Masse, d. i. 0,4 Kilogr. auf 1 □M. Dies ergiebt eine tägliche mittlere Ausdünstung von 45,18 Gr. Wasser à □M., und für den Monat Juni 1355,4 Gr. Während desselben Monats (1852) verdunsteten von 1 □M. Wasserfläche 130,8 Kilogr.; es beträgt somit die Verdunstung der Luzerne ungefähr $\frac{1}{100}$ der Verdunstung des Wassers [1]).

Nach Hales verdunstet 1 □Centim. folgender Pflanzen in 24 Stunden:

die Sonnenblume	0,0189	Gramm Wasser
der Kohl	0,0368	" "
der Apfelbaum	0,0308	" "
der Citronenbaum	0,0140	" "
der Weinstock	0,0139	" "

Nach unseren eigenen Versuchen:

der Weinstock	0,0249	" "
der Maulbeerbaum	0,0153	" "
die Luzerne	0,0236 [2])	" "

93. Wenn der gasförmige Stickstoff von den Pflanzen aufgenommen werden könnte, würde die Luft eine unerschöpfliche Quelle für denselben bilden. Doch selbst die Möglichkeit seiner Assimilation angenommen, kennt man die kümmerliche Vegetation auf unfruchtbarem Boden, wenngleich die Pflanze in unmittelbarer Berührung mit dem als ernährend angenommenen Gase ist. Verbunden jedoch mit Wasserstoff zu Am-

1) In diesem Monat betrug die Dunstsättigung der Luft 8 Uhr Morgens 0,70 und 2 Uhr Nachmittags 0,56, d. h. der Monat war trocken; es hatten wenig Winde geweht. Welche Ausdünstung findet bei diesem und anderen Culturgewächsen gegenüber der des Wasserspiegels unter anderen atmosphärischen Einflüssen statt und welche Wirkung hat dies auf die Vegetation? Dies bleibt noch zu untersuchen.

2) 395 Gr. Luzerne gaben 1,890 □Cent. Blätter, 1 Kilogr. hat also 4,785 □Cent. und 1 Kilogr. verdunstet 112,94 Gr.

moniak, wird er von den Pflanzen lebhaft aufgesogen. Dieses trägt, wie oben (§§. 55., 42.) gezeigt wurde, zu ihrer Entwickelung mächtig bei, wenn das kohlensaure Ammoniak der Luft bis zu $\frac{4}{10000}$ beigemischt ist. Die Vegetation selbst vermittelt, wie wir darthaten, die Bildung eines Theiles des Ammoniaks, welches sie absorbirt (§. 43), doch unter der Bedingung, daß ihr schon durch die im Boden vorhanden gewesenen nährenden Principien eine kräftige, an Chlorophyll reiche Entwickelung zu Theil geworden sei.

94. Von selbst enthält die Luft im natürlichen Zustande bei weitem nicht die einer kräftigen Vegetation nöthige Menge Ammoniak; Fresenius fand nur 136 Gr. in 1 Million Kilogramm Luft. Dies bedingt nur 13,7 Kilogr. Ammoniak für die ganze auf 1 Hectare ruhende Luftsäule. Diese Menge wäre sehr gering und könnte bei der großen Vertheiltheit im Raume von den Pflanzen nicht erreicht werden, wenn nicht Thau und Regen sie oft in Gesammtheit hernieder brächten und sie sich nicht unaufhörlich durch Verflüchtigung, durch die Fäulniß thierischer und vegetabilischer Stoffe, durch die den Vulkanen entströmenden Gase erneuerte. Wir werden später die Mengen Ammoniak, welche die verschiedenen wässrigen Meteore derartig dem Boden zuführen, kennen lernen.

95. Nicht allein Ammoniak, sondern auch Salpetersäure, welche vielleicht durch den electrischen Funken in der Luft gebildet worden ist, und organische Körper, welche die Dunstbläschen mit in die Luft führten, werden durch Regen und Thau entführt. Da es kaum wahrscheinlich ist, daß die Pflanzen diese Substanzen in der Luft anhalten, sie dieselben vielmehr wohl erst aufnehmen, nachdem sie dem Boden einverleibt wurden, werden wir sie näher im folgenden Abschnitte betrachten.

Fünfter Abschnitt.

Die Erde als Quelle der Pflanzennahrung.

96. Der Boden, in welchem ein beträchtlicher Theil des Lebens der Pflanzen (wenigstens derer, welche Gegenstand des Anbaues sind) vor sich geht, ist ein regelloses Gemisch der veränderten und pulverisirten Trümmer der Gesteine, welche den festen Theil unseres Erdkörpers bilden. Diese Ortsveränderung ihrer Masse war Folge mechanischer und chemischer Ursachen.

97. Mechanisch werden die Gesteine durch ihre Schwere, zu Folge deren bei mangelnder Unterstützung die nicht fest mit den Nachbartheilen verbundenen Partikel abfallen; durch die Reibung, welche die fließenden Wasser und die von denselben mitgeführten Körper auf sie ausüben; durch die Hygroscopicität ihrer verschiedenen Partikelchen, welche deren Umfang verändert und so sie gegenseitig verschiebt; durch den Frost, welcher das Volumen des in das Innere eingedrungenen Wassers vermehrt, angegriffen.

98. Chemisch werden die Gesteine durch das Wasser, indem dasselbe die löslichen Theile aufnimmt; durch die mit Wasser verbundene Kohlensäure, indem diese ihre Silicate, Phosphate und Carbonate aufschließt; durch den Sauerstoff der Luft, indem derselbe sich mit den oxydirbaren Theilen verbindet und so alle Eigenschaften derselben verändert, angegriffen.

99. Wenn die Zerstörung der Gesteine auf einer ebenen und wenig geneigten Fläche vor sich geht, so ist die Lage der losen Erde von geringer Tiefe, denn dieselbe bedeckt bald die Oberfläche und hemmt die Ursachen der Zerstörung, welche im

unbedeckten Zustande fortgewirkt haben würden. Auf geneigter Fläche dagegen werden die Trümmer durch die von den Höhen herabfließenden Wasser leicht zu den niederen Punkten und bis an das Ende des Thales fortgeführt. Die großen Wasserläufe, welche den Erdball in den geologischen Zeitabschnitten durchfurcht haben, haben Ablagerungen gebildet, deren Zusammensetzung auf weite Flächen ähnlich ist, wiewohl sie in dem Verhältnisse der Substanzen, welche eingemischt sind, Veränderungen zeigen, je nachdem die Ströme, welche sie fortführten, die Gewalt beibehielten, vermehrten oder verminderten; endlich durch Hindernisse aufgehalten, bildeten sie jene Anhäufungen, jene tiefen Lager, welche den Namen Diluvium führen.

100. Die heutigen, an Ausdehnung und Gewalt schwächeren Wasserläufe haben geformt und formen noch Ablagerungen, welche durch das Niveau, zu dem sie sich erheben, begrenzt sind; sie lagern auf ihrem Laufe zuerst die schwersten, dann allmählig die weniger schweren Substanzen in dem Maaße, wie ihre Geschwindigkeit sich vermindert, ab. Diese Ablagerungen führen den Namen Alluvium; diejenigen, welche die Strömungen oder die Wellen des Meeres oder die Winde an den Küsten erzeugen, werden mit dem Namen Anschwemmungen bezeichnet.

101. Die Winde erheben ebenfalls Erdtheilchen und führen sie davon, bis ihre Gewalt durch den Widerstand der ruhenden Luft oder der Unebenheiten des Erdbodens gemindert ist. Im ersteren Falle ist die Verminderung der Kraft eine allmählige, und die Ablagerung findet auf ihrem Wege gleichmäßig nach der Schwere der fortgeführten Partikelchen statt; im zweiten Falle entstehen Rückstöße und plötzlicher Niederfall der fortgeführten Körper, welche sich anhäufen, das Hinderniß vermehren, und Berge mit dem Namen Dünen bilden.

102. In dem Maaße, wie die Gesteine zerbrochen, zerrieben oder gepulvert wurden, bieten sie den chemischen Einwirkungen im Verhältniß zu ihrer Masse mehr und mehr Oberfläche dar und geht auch ihre Zersetzung rascher vor sich; ihre Elemente werden bald getrennt, bald vereinigt, um neue Mischungen zu

bilden. Die feldspathhaltigen Gesteine, die Basalte können in Thon umgewandelt werden, dieser in verschiedenen Verhältnissen mit Quarz gemischt bildet die Lehme, und wiederum sehr innig mit kohlensaurem Kalke vereinigt den Mergel; zu diesen massenhaften Bestandtheilen unserer Böden treten, doch in kleinerem Verhältnisse, die Bittererde, das Eisen, der Gyps, die mineralischen Alkalien und verschiedene Phosphate.

103. Mit diesen mineralischen Bestandtheilen endlich sind alle Arten organischer Reste von Thieren wie von Pflanzen, welche auf den Flächen gelebt haben oder durch Wasserläufe, durch den Regen oder die Dünste dorthin geführt worden sind, verbunden. Die ungleichartige und sehr wechselnde Gesammtheit dieser Substanzen, welche Leben gehabt haben, bildet die Dammerde.

104. Dies ist die Natur der Ackerböden, in denen die Pflanzen wachsen müssen; betrachten wir nun die Nahrungsstoffe, welche sie aus denselben aufnehmen können. Wir beginnen mit dem unentbehrlichsten von allen, dem Wasser. Der Boden empfängt das Wasser aus drei Quellen: die meteorischen Wasser (Regen, Schnee, Nebel, Thau); die Filtration aus höher gelegenen Ländereien, welche die Wassermengen, die über ihr wasserfassendes Vermögen in sie gelangten, weiterfließen lassen; das aufsteigende Wasser, aus unteren Bodenschichten durch Capillarität herauf gelangend.

105. Das Mittel der Regenbeobachtungen an 153 in ganz Europa vertheilten Orten ergiebt einen jährlichen Niederschlag von 750 M.M. oder von 750 Kilogr. Wasser auf 1 □ M. (28,67 Zoll Höhe oder 157,6 Pfd. Wasser auf 1 □ Fuß); daran nimmt der Winter mit 162 M.M., der Frühling mit 164 M.M., der Sommer mit 199 M.M., der Herbst mit 225 M.M. Theil. Diese Mengen schwanken aber bedeutend, sowohl in der Summe als in der Vertheilung der Jahreszeiten für die verschiedenen Gegenden.

106. Das Filtrationswasser aus höher gelegenen Ländereien befruchtet die von Natur trocknen Länder, macht aber diejenigen, denen genügender Abfluß mangelt oder welche sehr

hygroscopischer Natur sind, naß. Dann ist es schädlich: der Bewegung beraubt und umgeben von den oxydirenden Substanzen, verdirbt es, die Wurzeln dringen nicht ein oder verfaulen darin, die zu verdünnten Nahrungssäfte werden in zu geringer Menge und mit einer Menge Wässrigkeit, welche die Gewebe schwächt und die Zellen verstopft, in die Pflanze gefördert.

107. Wenn die oberen Bodenschichten trockner als die unteren sind, steigt das Wasser capillar aufwärts, um das Gleichgewicht in beiden herzustellen. In einem Boden von 0,50 Thongehalt stieg das Wasser aus der Tiefe bei einer Dunstsättigung der Atmosphäre von 0,80 in 24 Stunden 12 Cent., und in 42 Tagen 39 Cent.; in einem anderen Boden von 0,12 Thon- und 0,60 Kalkgehalt stieg das Wasser am ersten Tage 27 Cent., in 5 Tagen 48 Cent. De Candolle fand bei Glimmersand das schnellste Aufsteigen, doch war bei seinen Versuchen das Wasser in 7 Monaten nur 78 Cent. gestiegen.

108. Der Boden verliert das Wasser, welches er empfing, auf verschiedene Art; einmal, indem er den Theil, welchen seine wasserfassende Kraft nicht mehr zu halten vermag, den Gesetzen der Schwere überläßt, der dann in untere Schichten versinkt.

109. Die wasserfassende Kraft des Bodens ist die Eigenschaft, eine gewisse Menge Wasser in sich aufzunehmen, ohne es filtriren zu lassen. Sie ist eine verschieden starke je nach der Natur der Substanzen, welche ihn zusammensetzen, und je nach dem Grade ihrer Zerkleinerung. So hält die Bittererde 4,56mal, die Dammerde 1,99mal, die feine Kalkerde 0,85mal, der Thon 0,70 mal, der Quarzsand dagegen nur 0,25 mal, wiederum derselbe fein gepulvert 0,50 mal sein Gewicht an Wasser zurück. Die Vereinigung aller dieser ihrer Natur und Zerkleinerung nach verschiedenen Elemente giebt den Böden einen sehr verschiedenen Grad der wasserfassenden Kraft. Schübler, welcher zuerst directe Versuche hierüber anstellte, fand, daß eine Gartenerde 0,89, eine Ackererde von Hofwyl 0,52, eine Erde vom Jura 0,48 Gewichtstheile Wasser faßte; wir fanden in unserer Praxis Erden von 0,93, andere von nur 0,25.

110. Ist erst die Feuchtigkeit in das Innere des Bodens gedrungen, so ist sie in unaufhörlicher Bewegung; sie sinkt aus den oberen oder steigt aus den unteren Bodenschichten, je nachdem diese oder jene mehr oder weniger von der Sättigung entfernt sind. An der Oberfläche findet dasselbe zwischen der Erde und der darauf lagernden Luftschicht statt; das Gleichgewicht strebt sich herzustellen: die Luft nimmt Feuchtigkeit aus dem Boden, wenn sie trockner, sie giebt ihm welche, wenn sie feuchter ist. Aus allen diesen Ausgleichungen zwischen Boden und Luft und zwischen den verschiedenen Bodenschichten ergiebt sich ein jeden Augenblick wechselnder Zustand des Bodens, welcher nur durch den unmittelbaren Versuch festgestellt werden kann.

111. Die Ausdünstung des Bodens besteht daher in der Ausgleichung zwischen seiner Oberfläche und der Luft, welche letztere gewöhnlich trockner ist. Sehr zahlreiche Versuche sind über das Verhältniß des durch Filtration aufgenommenen und durch Verdunstung verlornen Wassers angestellt worden, und zwar auf Böden ohne Verbindung mit den unteren Schichten, d. h. auf solchen, welche durch die Filtration Alles, was die wasserfassende Kraft nicht zurückhielt, verloren. Es ist dies die Wirkung des Drainens, von welchem wir später sprechen werden. Wir führen nur 4 der Versuche, die von Dalton, Maurice von Genf, und zu Orange und Dickinson in Herfordshire an; sie gaben folgende Resultate:

	Dalton			Maurice		
	Monatl. Regen. Mill.	Ausdünst. der Erde. Mill.	Monatl. Filtration. Mill.	Monatl. Regen. Mill.	Ausdünst. der Erde. Mill.	Monatl. Filtration. Mill.
Januar	62,4	25,6	36,8	53,5	5,6	+ 47,9
Februar	45,7	12,7	33,0	111,7	27,8	— 84,4
März	22,9	15,8	7,1	10,4	35,6	— 25,2
April	43,6	37,7	5,9	9,2	23,2	— 14,0
Mai	106,1	68,3	37,8	23,7	31,8	— 8,1
Juni	63,2	55,8	7,6	97,2	66,1	+ 31,1
Juli	105,5	104,9	1,5	79,2	58,2	+ 21,0
August	99,3	86,0	4,3	42,9	47,4	— 4,5
September	83,3	74,9	8,4	40,8	33,4	+ 7,4
October	73,6	67,8	5,8	96,4	35,4	+ 60'0
November	74,2	51,9	22,3	42,9	20,3	+ 22,6
December	81,3	37,7	43,6	46,7	17,9	+ 28,8
Jahr	852,1	638,0	214,1	653,6	402,2	+251,4

	De Gasparin			Dickinson		
Januar	46,1	12,3	+33,8	46,9	13,7	33,2
Februar	52,7	56,0	— 3,3	50,1	10,8	39,3
März	41,4	77,0	—35,6	41,0	13,6	27,4
April	57,6	66,2	— 8,6	36,9	29,1	7,8
Mai	61,5	68,0	— 6,5	47,1	44,4	2,7
Juni	47,1	85,2	—38,1	56,1	55,1	1,0
Juli	28,1	21,7	+ 6,4	58,1	57,0	1,1
August	49,2	17,7	+31,5	61,5	60,6	0,9
September	105,0	35,4	+69,6	66,9	31,4	9,3
October	101,5	76,0	+25,5	71,6	36,1	35,5
November	82,6	45,2	+37,4	87,5	7,3	80,2
December	49,3	36,0	+13,3	41,6	4,2	45,8
Jahr	722,1	596,7	125,4	665,3	381,1	284,2

				Regen = 100	
	Regen.	Ausdünstung.	Filtration.	Filtration.	Ausdünstung.
Dalton	852,1	638,0	214,1	25,1	74,9
Maurice	653,6	402,2	251,4	38,5	61,5
De Gasparin	722,1	596,7	125,4	17,5	82,5
Dickinson	665,3	381,1	284,2	42,7	57,3

Die erhaltenen Abweichungen rühren von der Natur der Versuchsböden, den Winden, welche die Ausdünstung steigern, und der Vereinzelung der Regentage, wie zu Orange, her. Fällt der Regen auf trocknes Land, so wird er sofort durch die Verdunstung davongeführt, bevor er sich durch Eindringen in das Innere des Bodens davor schützen kann.

112. Die letzte Ursache des Verlustes an Feuchtigkeit ist für den Boden die Ausdünstung der auf ihm wachsenden Pflanzen; auch sie steht in Beziehung zu der Feuchtigkeit der Luft, so wie der Boden den Wurzeln das ihnen nöthige Wasser liefert. Wir theilten mit (§. 92.), welche Mengen Wasser von gewissen Pflanzen verdunstet würden; u. A. sahen wir, daß 1 Kilogr. grüner Luzerne in 24 Stunden 113 Gramm Wasser verdunstet. Dieser Versuch war bei der mittleren Temperatur von 21° und der mittleren Dunstsättigung von 0,78 angestellt worden. Nehmen wir den während des ganzen Monats Juni gewachsenen Luzerneschnitt von 1 Hectare: er wog 8000 Kilogr. grün, 2000 Kilogr. trocken, sein mittleres Gewicht im Monate war 4000 Kilogr., diese haben täglich 452 Kilogr. Wasser und im Monate 13560 Kilogr. ausgedünstet; zu Orange gab der Monat Juni auf 1 Hectare 470,000 Kilogr. Regenwasser (47 M.M. Höhe), die Ausdünstung jedoch würde 850,000 Kilo davontragen, so daß ein Deficit von 380,000 Kilogr, entstanden wäre, wenn der Boden nicht in den Winter- und Frühlings-Regen eine vorsorgliche Reserve erhalten hätte. Diese Reserve setzt eine gewisse Tiefe des Bodens voraus, welche einen Theil der Feuchtigkeit der auflösenden Einwirkung der äußeren Luft entzieht. Die Böden von geringer Tiefe sind bei Zeiten ausgetrocknet, desgleichen die, welche zu durchlassend und wenig hygroscopisch sind. Soll der Vorrath eines Bodens an Wasser genügend sein, so muß derselbe in 30 Cent. Tiefe beständig über 0,13 seines Gewichtes Wasser enthalten; die Feuchtigkeit ist im Ueberfluß vorhanden, wenn er mehr als 0,20 enthält.

113. Sofern nicht unter dem Boden und in geringer Tiefe ein Reservoir luftigen und in fast constantem Niveau stehenden Wassers vorhanden ist, sieht man, daß es die regelmäßige Vertheilung des Regens bezüglich der Menge und der Intervalle ist, durch die ein Theil gefallenen Wassers der Verdunstung entgeht und so gestattet, auf die regelmäßige Ernährung der Pflanzen zu rechnen. So ist in Paris im Monat Juni die mittlere Regenmenge für einen Regentag 4,1 M.M., es regnet während 3,6 nach einander folgenden Tagen, es fallen also 14,3 M.M. Was-

ser; die Verdunstung von Wasser beträgt 2,5 M.M. und während 4,2 Tagen zwischen den Regenperioden 10,5 M.M. Wenn wir annehmen, daß die Ausdünstung der Erde $\frac{1}{3}$ der des Wassers ausmacht, wie die Beobachtungen zu ergeben scheinen, so würde diese Ausdünstung in 1 Tage 0,8 M.M., in jeder Zwischenzeit 3,5 M.M. betragen.

Es bleiben somit in der Erde 14,3 — 3,5 = 10,8 M.M. Man kann hiernach vermuthen, daß in diesem Lande der Boden genügend feucht und gesund bleiben werde; die Trockenheit wird vollständig sein, wenn das Ergebniß der nach einander folgenden Regentage multiplicirt mit 4,2 nicht das der Zwischentage multiplicirt mit 0,8 übersteigt. So entsteht Dürre des Bodens, wenn einem einzelnen Regentage eine Zwischenzeit von 5 regenlosen Tagen folgt, denn 1 × 4,2 ist größer als 5 × 0,8. Dieser Zahlenausdruck giebt den Grad der Wahrscheinlichkeit dieses Ereignisses an, ohne Gewisses für dieses oder jenes Jahr vorherzusagen, denn die Elemente dieser Berechnung sind zu veränderliche.

114. Die auf einander folgenden Generationen der Pflanzen hinterlassen dem Boden, auf welchem sie wuchsen, zahlreiche Ueberreste, denen sich noch die der hier lebenden und sterbenden Thiere zugesellen, vorzüglich die von Insecten und Würmern, welche durch ihre Anzahl bisweilen den Staub zu beleben scheinen. Für so reichlich man diese Anhäufung auch halten mag, würde sie doch die Gegenwart von $\frac{5}{100}$ Dammerde in dem Boden (250,000 Kilogr. auf der Hectare bei $\frac{1}{3}$ Meter Tiefe) nur unter der Annahme bedingen, daß die ganze Production von 24 Jahren, ohne Störungen erlitten zu haben, sich dort anhäufte. Wenn man aber bedenkt, daß nur ein kleiner Theil der jährlich erzeugten Pflanzenmasse dem Boden zurückgeführt wird und daß die, welche darin bleibt, an der Oberfläche den Einwirkungen der Atmosphäre Preis gegeben ist; wenn man bedenkt, mit welcher Geschwindigkeit die Wirkungen der reichsten pflanzlichen Dünger verschwinden, so wird man geneigt sein, anzunehmen, daß die in der Mehrzahl unserer vor Ueberschwemmung geschützten Böden vorhandene Dammerde mit der Bildung der Böden selbst

datirt und wie die Steinkohlen und Ligniten, deren Natur sie in der Zusammensetzung, der Gebundenheit und langsamen Zersetzung theilt, ein Erzeugniß der geologischen Zeitalter ist; jener Zeitalter, in denen der Ueberfluß an Kohlensäure der Luft eine üppige Vegetation hervorrief, indem diese die Massen Kohlenstoff, welche alle industriellen Unternehmungen heute streben, der Luft zurückzugeben, fixirte.

115. Da die Dammerde aus Ueberresten organischer Körper, welche vorwaltend dem Pflanzenreiche angehörten, gebildet wird, so ist ersichtlich, daß sie aus Holzsubstanz und Zellulose, denen in kleinerer Menge die eiweißartigen und die von den Pflanzen erzeugten Substanzen, wie Zucker, Gummi, Harz, Fett, vegetabile Säuren, wie Oxalsäure und Gerbsäure, und die Basen, mit denen sie Salze bilden, vielleicht einige Alcaloide, und endlich die festen mineralischen Substanzen beigesellt sind, entsteht.

116. Die Dammerden würden daher nur dann im Momente ihrer Entstehung identisch sein, wenn sie aus denselben Pflanzenarten, deren Elemente in demselben Verhältnisse vorhanden wären, entständen. Die Natur der Vegetation ist aber nach den Pflanzenarten, der Natur des Bodens und des Climas großen Verschiedenheiten unterworfen. So wird eine aus den Ueberresten eines Waldes entstandene Dammerde reich an Holzsubstanz sein, die aus einer Reihenfolge von jährigen Gewächsen wird reich an Zellgewebe und eiweißartigen Substanzen sein; die Pflanzen mit sauren Secreten hinterlassen dem Boden Gerbstoff, die an Holzsubstanz so reichen Wasserpflanzen (die Sphagnen, die Carex, die Eriophorum enthalten mehr als 40 pCt.) liefern viel hiervon und wenig stickstoffhaltige Substanz, die der Salzböden werden das Salz in ihren Geweben concentrirt haben und der Boden davon durchdrungen sein; endlich werden dieselben Pflanzenarten nicht gleiche Dammerde geben, sie wird dem Reichthum des Bodens, welcher jene nährte und je nach seiner Natur die Bildung von Blattorganen oder Holz oder die Fructification besonders beförderte, entsprechen. So zeigen die Dammerden je nach ihrem Ursprunge große Verschiedenheiten, und man kann sie nicht als eine einheitliche, bestimmte

Substanz, deren Anwesenheit anzugeben genügt, ohne sich von ihrer Zusammensetzung zu unterrichten, betrachten; und wenn es richtig ist, zu sagen, ein Boden ohne Dammerde sei unfruchtbar, so würde es trügerisch sein, zu behaupten, er sei fruchtbar, weil er viel Dammerde besitzt.

117. Die Dammerde bleibt, nachdem sie aufgehört hat, der lebenden Natur anzugehören, nicht lange in dem unversehrten Zustande, zumal wenn sie bei entsprechender Temperatur dem Einflusse der feuchten Luft ausgesetzt ist. Es gehen dann Erscheinungen vor sich, von deren Erklärung wir zurückstehen, und auf deren Beschreibung wir uns beschränken; die in ihnen enthaltenen eiweißartigen Substanzen verändern sich und werden Ferment. Wenn der Zutritt des Sauerstoffs beschränkt und wenig reichlich ist, entwickelt sich keine bemerkbare Wärme; ohne ihre elementare Zusammensetzung zu ändern, einfach durch ein anderes Arrangement der Molecüle, verwandeln sich die ternären Verbindungen, die Holzsubstanz, die Zellulose, das Holz, in Dextrin, Glucose, zuckrige Substanzen verschiedener Art. Dieser Vorgang, welchen man die verborgene Gährung oder die des ersten Grades nennen könnte, ist die katalytische Action oder Katalyse genannt worden.

118. Wenn die Oxydirung des Fermentes weiter vorgeschritten ist, beschränkt sie sich nicht darauf, eine einfache Katalyse hervorzurufen, sondern die zersetzbare Masse erhitzt sich, ihre Bestandtheile trennen sich, wechseln einzelne Elemente aus, lassen andere, welche nicht sogleich solche finden, mit denen sie sich verbinden können, entweichen; namentlich entsteht in Gasform Verlust an Kohlensäure und Ammoniak. Dies nennt man Gährung; sie wird als weinige Gährung und im Stallmist, wenn die Action eine beschränkte ist, wahrgenommen.

119. Wenn endlich das Ferment reichlich vorhanden und die Temperatur erhöht ist, findet bedeutende Erhitzung, heftige Oxydirung und reichliche Bildung von Kohlensäure, Wasserstoff, Schwefelwasserstoff, Kohlenstoff, Phosphorwasserstoff, Ammoniak u. s. w. statt. Diese Gasausscheidung ist übelriechend, und

diese beschleunigte Gährung erhält den Namen der fauligen Gährung oder Fäulniß.

120. Es kommt nicht vor, daß die stickstoffhaltigen Bestandtheile in der Dammerde reichlich genug vorhanden seien, um diese letztere Art der Fermentation zu ermöglichen; gewöhnlich findet die Catalyse und die einfache Gährung, und am häufigsten beide zusammen und je nach den Umständen in verschiedenen Verhältnissen statt. Zu gleicher Zeit entstehen Zucker- und Alkohol-Arten und Kohlensäure. Man darf aber nicht vergessen, daß die Zersetzung die Gegenwart: 1) von Luft, 2) eines gewissen Grades von Feuchtigkeit, 3) der geeigneten Temperatur voraussetzt.

121. Man weiß, daß eine einzige Sauerstoffblase in Berührung mit Weinmost genügt, ein Molecüle seiner Eiweißsubstanz in Ferment überzuführen, und daß dann die Gährung ohne Zutritt der Luft fortschreitet; man darf aber nicht den gleichen Vorgang in einer Flüssigkeit, welche Eiweißstoff in reichlichem Verhältnisse zu den gährungsfähigen Substanzen, so daß er vor Beendigung der Gährung nicht erschöpft wird, enthält, und in mehr oder weniger festen Körpern voraussetzen, wo die Eiweißkörper nicht stetige, sondern in kleine Mengen getheilt sind, welche durch ternäre Verbindungen in Mengen, welche zu den eigenen in einem überwiegenden Verhältnisse stehen, von einander getrennt werden. Auch geht die Veränderung dieser Eiweiß-Substanzen nur allmählig und in dem Maaße vor sich, wie sie, von ihrer Umgebung befreit, mit der Luft in Berührung kommen; und wenn man die Circulation der letzteren vermindert, wenn sie in den Zwischenräumen der Dammerde durch Kohlensäure vertreten wird, so hört die Gährung auf oder wird eine sehr langsame. Dies geschieht in dem stark zusammengepreßten Stallmiste und erklärt die Erhaltung der tief unter einem schweren Boden vergrabenen Dammerde, so wie die rasche Zersetzung der letzteren, sobald sie durch vertiefte Bearbeitung, eine Operation, durch welche ein neuer Schatz dem Landmanne, welcher den oberflächlichen erschöpft hat, zugeführt wird, an die Oberfläche gebracht wird.

122. Die antediluvianen Elephanten Sibiriens, welche mit ihrem vollständigen Fleische gefunden werden, nachdem sie viele Jahrhunderte lang im Eise eingeschlossen waren, beweisen zur Genüge, daß die Gährung in der Kälte nicht stattfinden könne. In Rußland versorgt man sich für den ganzen Winter mit Fleisch, indem man es gefrieren läßt. Die Gährung ist sehr wenig merklich unter einer Temperatur von 12 bis 20 Grad Wärme. Es kann daher nur während der Jahrestheile, in denen der Boden diese Temperatur annimmt, die Zersetzung der Dammerde vor sich gehen. Nun bereitet aber die Gährung die löslichen Substanzen für die Pflanzenernährung. Man kann daher sagen, ein Boden ist, die Dammerde in Menge und Beschaffenheit als gleich und auch die anderen Bedingungen der Gährung als vorhanden vorausgesetzt, um so fruchtbarer, je höher und von je längerer Dauer die Temperatur des Himmelsstriches, unter dem er sich befindet, ist; so wie auch, daß sein Reichthum, wenn er nicht ersetzt wird, um so rascher erschöpft sein wird, je heißer das Clima ist.

123. Das Ferment erschöpft sich bei der Wirkung; daher findet man Anhäufungen von Dammerde, welche unverändert bleiben, bis ihnen ein Ferment zugeführt wird, um lösliche, für die Pflanzenernährung geeignete Verbindungen zu erzeugen. Hierhin gehören Dammerden, welche unter Wasser aus Pflanzen, die sehr reich an Holzsubstanz und weniger reich an stickstoffhaltigen Bestandtheilen waren, gebildet worden sind, z. B. die Torflager. Wiewohl die Lager in diesem Zustande unfruchtbar sind, liefern sie mit Hülfe einer geringen Menge thierischen Düngers unerwartete Ernten.

124. Die Gährung kann nicht ohne einen ziemlich bedeutenden Grad von Feuchtigkeit vor sich gehen. Die Futterstoffe, welche wir trocken nennen, enthalten noch den achten Theil ihres Gewichtes Wasser, erhalten sich aber ohne Zersetzung; andererseits ist auch die Heftigkeit, mit welcher in feuchten Pflanzenlagern die Zersetzung vor sich geht, bekannt: sie giebt sich durch eine lebhafte Wärme, welche bisweilen bis zur Entzündung der Masse steigt, kund. In einem mit zu wenig Wasser versehenen

Misthaufen steigt die Hitze ebenfalls bedeutend und befördert die Entwickelung der Pilze (der weißen), welche seiner Substanz sich bemächtigen. Man zieht es dann vor, ihn an der Sonne vollständig zu trocknen, um ihn so zu conserviren, bis man ihn genügend anfeuchten und in einer Temperatur, in welcher die Zersetzung eine gemäßigte ist, erhalten kann.

125. Wird die Dammerde diesen Ursachen der Veränderung und diesen verschiedenen Graden der Gährung unterworfen, so besitzt sie die Pflanzen-Elemente nicht mehr in der Weise, wie die Gewächse, aus denen sie entstand, dieselben enthielten. Ein früher in Wasser unlöslicher Theil der Dammerde verwandelt sich in lösliche Substanzen. Der Haidehumus von Meudon, welchen de Saussure zwei Tage lang mit dem doppelten Gewichte Wasser behandelte, gab in 100 Gramm filtrirter Flüssigkeit 0,388 Gramm braunen Extract, nicht sauer, aus Glucose, Dextrin, einer stickstoffhaltigen Substanz, Spuren von salpetersaurem Kali und Ammoniak, Chlorcalcium und Chlorkalium zusammengesetzt; er enthielt 14,5 pCt. Asche, und in dieser 3 pCt. in Wasser lösliche Substanzen. Das kohlensaure Kali war darin zu $\frac{1}{10}$, außerdem auch phosphorsaures Kali oder Kalk und andere Alkali-Salze. Der unlösliche Theil der Asche bestand aus phosphorsaurem Kalk, Metalloxyden und Kieselsäure.

126. Wir theilen diese Einzelheiten mit, weil sie eine ziemlich klare Vorstellung von der Zusammensetzung des Humus geben; mit diesem Namen bezeichnen wir den löslichen Theil der Dammerde. Seit langer Zeit völlig überzeugt, daß die wahre Analyse der Ackererden, diejenige, welche die Landwirthschaft aufklären könne, die Aufsuchung und Untersuchung ihrer löslichen Bestandtheile sei, empfahlen wir dem ausgezeichneten Chemiker Mr. Verdeil, welcher die chemischen Arbeiten am agronomischen Institute leitete, die Boden-Analysen der Domaine, welche er zu machen beauftragt war, stets mit dem Humus zu beginnen: dieses Verfahren hat ihn zu merkwürdigen Resultaten geführt. Die löslichen Bestandtheile (Humus) dieser Böden enthielten eine unveränderliche Menge organischer

Substanz in Begleitung von löslichen unorganischen Substanzen. Der organische Theil des Humus bestand in eiweißartigen Verbindungen, deren Stickstoff im Mittel 1,5 pCt. des Gewichtes des trocknen Humus betrug, Glucose, Dextrin oder vielmehr einer noch nicht näher bestimmten Substanz von süßem Geschmacke, welche die dem Zucker angehörende Eigenschaft, die mineralischen Substanzen zu lösen, so sehr besitzt, daß in einer dieser Erden (Satory) der Humus an festen Bestandtheilen zweimal das Gewicht der organischen enthielt, und die Kieselerde $\frac{2}{3}$ des Gewichtes dieser mineralischen Bestandtheile bildete. Im Mittel enthielten die Ackererden von Versailles in 100 Theilen ihres Humus 45 Theile organischer und 55 Theile unverbrennlicher mineralischer Substanzen. Betreffs des Verhältnisses des Humus zur Erde selbst gab der Sandboden 24,8 Gramm in 100 Kilogr. oder 0,0248 pCt. seines Gewichtes an trocknem Humus.

Tabelle
der Analysen des Humus in den Ackererden von Versailles.

Bezeichnung der Analysen.	Mail.	Fasanerie.	Rasen.	Allee der Königin.	Gemüsegarten.	Satory.	Thon von Gallie.	Kalkart von Gallie.	Torf.	Sandgrube.	Mittel der analysirten Erden.
Organische Substanzen . . .	43,00	70,50	35,00	44,00	37,00	33,00	48,00	47,00	46,00	47,40	45,14
Asche , . . .	57,00	29,50	65,00	56,00	63,00	67,00	52,00	53,00	54,00	52,60	54,86
Summe . . .	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Bestandtheile von 100 Theilen Asche:											
Schwefels. Kalk	48,92	31,49	48,45	43,75	36,60	18,70	18,75	17,21	24,43	22,31	31,06
Kohlens. Kalk .	25,60	35,29	6,08	6,08	12,35	24,25	45,61	48,50	30,61	34,59	26,90
Phosphors. Kalk	4,17	2,16	2,75	6,32	11,20	18,50	3,83	9,00	0,92	8,10	6,69
Eisenoxyd . . .	1,55	0,47	1,21	2,00	Spuren	3,72	0,95	Spuren	5,15	1.02	1,61
Thonerde . . .	0,62	Spuren	—	Spuren	Spuren	0,80	1,55	—	Spuren	—	0,30
Chlor-Kalium u. -Natrium . .	7,63	3,55	6,19	14,45	18,51	—	9,14	6,21	6,06	4,05	7,58
Kieselerde . . .	5,49	13,67	25,71	15,61	19.60	21,60	5,00	5,50	8,75	15,58	18,65
Kali u. Natron der Kieselerde,	3,17	4,23	5.06	4,13	7,23	4,65	7,60	—	7,45	6,57	5,01
Bittererde . .	—	—	—	—	Spuren	—	7,60	8,32	—	—	1,59

127. Der Humus ist aus eiweißartigen Substanzen, deren Stickstoff 1,5 bis 2 pCt. ihres Gewichtes beträgt, aus Wasser von süßem Geschmack und aus mineralischen Substanzen, welche im Wasser gelöst sind, zusammengesetzt, d. h. aus Allem, was

wir in dem Safte, bevor er von den Blättern verarbeitet worden ist, finden; er ist daher die wahre Nahrung, welche die Pflanzen durch die Wurzeln empfangen.

128. Der Grund, daß die richtige Erkennung der Dammerde bis jetzt sich verzögerte, ist, daß man als Grundform dieser Substanz diejenige, welche sich in den hohlen Weiden bildet, oder diejenige, welche unter dem Rasen sich anhäuft, und nicht diejenige, welche im Inneren der Erde sich findet, hinstellte. Bei der Gährung an der freien Luft giebt die Dammerde saure Producte, Ulmsäure, Essigsäure u. s. w. So aber, wie die Gährung des Zuckers durch Hinzufügung von Kalk, mit dem er sich verbindet, gehemmt wird, wird auch die der Dammerde auf Rechnung der süßen Substanz gehemmt, indem diese die mineralischen Substanzen, welche sie umgeben, auflöst.

129. Die Versuche von de Saussure haben genugsam dargethan, daß die Wurzeln der Pflanzen die Lösungen von Humus aufnehmen; sie haben alle Zweifel, welche man über diesen Gegenstand erheben wollte, zerstreut. Sie zeigten zu gleicher Zeit, daß eine Bohnenpflanze von 11 Gramm, welche 14 Tage lang in eine Auflösung von Humus tauchte, ihr Gewicht um 6 Gramm vermehrte, indem sie 9 Milligramme Humus aufnahm. Das Verdunstungs-Wasser dieser Pflanze enthält Ammoniak- und Kalksalze in der Menge von 3 Milligrammen in 60 Gramm dieses Wassers und bis zu einem Zwanzigstel des absorbirten Humus. Demzufolge hatte die Pflanze von der Erde 0,0015 ihres Gewichtes erhalten, die Atmosphäre hatte ihr also 0,9985 ihres Gewichtes verabreichen müssen. Was hier in dem jugendlichen Alter der Pflanze vor sich ging, weicht von dem, was bei einer längeren Dauer der Vegetation stattfindet, ab; hier endet die Anhäufung unverbrennlicher Stoffe in den Geweben mit der Vermehrung der Nahrung, welche sie aus dem Boden aufnimmt. (§. 84.) Uebrigens kann das bei der Vegetation der Bohne gefundene Verhältniß nicht im Geringsten andeuten, daß der Humus die Pflanze nicht mit allen den mineralischen Substanzen, welche sie aus der Erde nimmt, versehen könne; es genügt jedoch, um einen Begriff von der wichtigen

Rolle der Luft bei der Pflanzenernährung zu geben. Wir werden bald sehen, daß die Erde in gleich ausgedehntem Maaße dazu beiträgt, die Luft mit ihrem ernährenden Gase auszustatten.

130. Bisher hatte man nicht versucht, die Mengen von Kohlensäure, welche die im Boden eingeschlossene Luft enthält, zu bestimmen; Boussingault und Lewy haben in neuester Zeit diese Untersuchung unternommen. Dieselbe hat ergeben: 1) daß ein Theil der in den Boden gedrungenen Luft dazu verwendet worden ist, den Kohlenstoff und Wasserstoff der organischen Substanz zu verbrennen und Kohlensäure-Gas zu bilden, derartig, daß die Summe beider Gase nahezu das Volumen des Sauerstoffs der Luft repräsentirt; 2) daß diese eingeschlossene Luft bis 23mal so viel Kohlensäure wie die atmosphärische Luft enthält; 3) daß die Menge derselben um so größer ist, je kürzere Zeit seit der Düngung der Erde verstrichen ist, man ihr also im Zustande der Gährung begriffene Substanzen und Ferment, welches geeignet ist, auf die Dammerde zu wirken, zugeführt hat. Nachstehende Tabelle giebt die schließlichen Resultate dieser Untersuchungen; sie zeigt uns, daß der Boden auf 1 Hectare bei 30 Cent. Tiefe 741 bis 80543 Liter Kohlensäure enthalten kann. Die geringste dieser Mengen wurde in sandigen Waldboden, die größte in frisch gedüngtem Lande gefunden. Es folgen hier die verschiedenen Resultate dieser beiden Autoren:

Natur des Bodens.	Kohlensäure in 100 Theilen eingeschlossener Luft.		Volumen der auf 1 Hectare eingeschlossenen Luft.	Volumen der in der Luft von 1 Hectare enthaltenen Kohlensäure.
	Volumen.	Gewicht.	Kubik-Meter.	Liter.
Frisch gedüngter Boden 1. .	2,27	3,42	824	18,695
„ „ „ 2. .	9,78	14,18	824	80,543
Möhren-Feld	1,00	1,40	813	8,134
Weinberg	0,96	1,45	988	9,488
Wald von Görsdorf	0,86	1,30	412	3,540
Lehm-Untergrund des Waldes	0,83	1,28	247	2,051
Sand-Untergrund des Waldes	0,24	0,37	309	741
Spargel in alter Düngung .	0,80	1,21	817	6,538
Spargel in frischer Düngung	1,54	2,33	817	12,586
Dammerdereicher Boden . .	3,63	5,44	1,472	53,437
Runkel-Feld	0,86	1,31	823	7,083
Luzerne-Feld	0,83	1,26	772	6,408
Topinambur-Feld	0,67	1,01	721	4,828
Wiese	0,79	3,71	566	101,39

131. Nach Verhältniß seiner Entstehung muß das Kohlensäure-Gas entweichen und darf nicht unbestimmt im Boden bleiben. Das Entweichen wird durch das Versinken des Wassers, so wie auch durch die Durchdringlichkeit des Bodens und die Bearbeitung befördert. Indem letztere ihr einen Ausgang öffnet und die Dammerde von ihrer Gegenwart befreit, erleichtert sie den Zutritt des Sauerstoffs, welcher die Gährung und Zerstörung der letzteren beschleunigt, — zum Vortheile der Ernten, wenn diese Arbeiten richtig ausgeführt wurden, zum Nachtheile, wenn sie unzeitig geschahen. Diese Kohlensäure entweicht dem Boden und verbreitet sich langsam in der Atmosphäre, wo sie unter Einfluß des Sonnenlichtes in großer Menge von den Stomaten der Blätter aufgenommen wird. Es wäre interessant, die Luft nahe dem Boden, zwischen den Zweigen, unter dem Schatten der Blätter abzugrenzen, um sie mit der benachbarten Luft zu vergleichen; es ist wahrscheinlich, daß sie sich um so reicher an Kohlensäure zeigen würde, je größeren Reichthum die thätigere Vegetation im Boden andeutet.

132. Die Kohlensäure des Bodens wird, in der Feuchtigkeit gelöst, durch die Würzelchen aufgesogen und dem Safte beigemischt. Man könnte glauben, daß die Pflanze auf diese Weise eine große Menge assimilirbaren Kohlenstoffs erhielte; früher jedoch haben wir gesagt, daß er nichts zur Masse der Pflanze beiträgt, vielmehr durch die Verdunstung des Wassers, in welchem er gelöst war, frei in die Atmosphäre übergeht. In einem Versuche, welcher zwei Monate dauerte, wurden zwei Abtheilungen von 10 Körnern Roggen in Quarzsand aufgezogen, und die eine mit destillirtem, die andere mit von Kohlensäure geschwängertem Wasser begossen: diese letztere Abtheilung zeigte beständig ein besseres Aussehen, entwickeltere Blattorgane, schnelleres Wachsthum; in getrocknetem Zustande jedoch wogen die Pflanzen beider Abtheilungen fast genau gleich viel. Somit ist die Kohlensäure des Bodens mehr ein Reiz- als ein Nahrungsmittel; sie erleichtert die Säftebewegung und dehnt die Zellen der Blätter aus, gleichsam um ihre Verdunstungsfläche zu vergrößern; sie wird aber nicht assimilirt.

133. Um sich eine Vorstellung von der Quantität Kohlensäure, welche im Wasser gelöst von den Wurzeln aufgenommen wird und durch die Pflanze geht, zu machen, muß man davon ausgehen, daß 1 Liter Wasser bei der Sättigung 1,9798 Gramm dieses Gases aufgelöst enthält; erinnern wir uns nun, daß 1 Hectare Luzerne in einem Monate 13560 Kilogramm Wasser verdunstet, so erhalten wir, vorausgesetzt, daß der Saft gesättigt war, 26,816 Kilogramm Kohlensäure, welche jenen Weg zurücklegten. Man sieht, welch geringen Einfluß diese auf die Production von 2000 Kilogramm trocknen Futters, welches 950 Kilogramm Kohlenstoff enthält, ausüben könnte; man sieht ebenso, wie ungenügend dieser Weg des Entweichens wäre, um den Boden der Kohlensäure, welche sich in demselben beständig durch die Gährung der Dammerde bildet, zu berauben, und daß dieselbe vielmehr nothwendiger Weise durch langsame Filtration durch die Zwischenräume des Bodens entweichen muß.

134. Der Boden enthält mehrere Arten stickstoffhaltiger Substanzen, organische Reste, Ammoniak und Ammoniak-Salze, salpetersaure Salze. Die von Payen mit Hülfe des Kupferoxyds ausgeführten Analysen mehrerer Erden geben die Summe an Stickstoff, welche sie enthielten; folgendes sind seine Resultate:

	Stickstoff in 1 Gewichtstheil Erde.
Boden von Limagne d'Auvergne	0,00320
Boden von Marville, bei St. Denis	0,00220
Sumpfboden bei Paris	0,00497
Schwarze Erde aus Rußland (Tschernosem)	0,00170
Boden von Toulouse	0,00070

Von den Resultaten Krocker's können wir hier keine Anwendung machen, da dieselben durch Mischung von Kalk gewonnen wurden, bei dieser Methode aber nur das Ammoniak getrennt wird.

135. Wir müssen hier auf eine Frage, welche wir oben [114] schon aufstellten, zurückkommen. Welchen Ursprung haben die bedeutenden Massen organischer Substanzen, welche der Boden einschließt? Haben sie eine stetige Quelle der Erneuerung,

welche ihre Unerschöpflichkeit annehmen ließe? Die gewöhnlich vom Alluvium überdeckten Erden ausgenommen, scheint es schwer, anzunehmen, daß die äußeren bekannten Mittel auf gewissen Flächen solche Massen stickstoffhaltiger Substanzen sollten angehäuft haben, während andere derselben völlig beraubt sind. Von den Beispielen, welche wir vorführen wollen, enthält der Boden von Limagne d'Auvergne 12800 Kilogramm Stickstoff auf 1 Hectare; nun enthält aber der Jahresertrag eines Waldes nur 31 Kilogramm Stickstoff, und 15 Hectoliter Korn enthalten nur 30 Kilogramm; es müßten daher 353 Holz- oder Getreide-Ernten sich ohne Störung auf dem Boden angehäuft haben, um diese Menge zu überliefern, — eine durchaus unwahrscheinliche Annahme. Wir werden hiernach auf unsere früher ausgesprochene Vermuthung, daß die normale Dammerde des Bodens ein sehr hohes Alter habe, zurückgeführt, und was dieselbe noch wahrscheinlicher macht, ist, daß die großen Dammerde-Anhäufungen eine Vorliebe für dieselben Züge, welchen die Kohlen-Lager folgen, zeigen. Sie nehmen abgegrenzte Räume ein und bedecken weite Strecken, wie man in der Auvergne und in Rußland sieht, wo der Tschernosem, in welchem Murchison eine submarine Anhäufung zu erblicken glaubte, sich über ungeheure Flächen ausdehnt, welche von Seen oder Sümpfen, die das schwarze und das Nord-Meer verbunden haben mögen und in denen eine lange Reihe von Entwickelungen von Sumpfgewächsen stattgefunden haben mag, bedeckt wurden; man kann in jeder Gegend dergleichen Bassins und torfhaltige Seegrenzen, welche unabhängig von den ständigen Wasserbecken sind und jene organische Materie unter gegenseitig analogen Verhältnissen aufweisen, namhaft machen.

136. In welchem Zustande aber befinden sich alle diese stickstoffhaltigen Substanzen, daß es noch nöthig ist, dem Boden andere stickstoffhaltige Substanzen zuzuführen, wenn man reiche Ernten erzielen will; da ist die Erde von Marville, sie enthält auf 1 Hectoliter bis zu $\frac{1}{3}$ Meter Tiefe 8,800 Kilogramm Stickstoff: wie kann eine Düngung von 120 Kilogramm Stickstoff auf derselben so bedeutende Wirkungen, wie man sie von

derselben hervorbringen sieht, haben? Man muß hiernach annehmen, daß diese Substanzen sich in dem Boden in solchen Verbindungen oder Verschlüssen vorfinden, daß sie nicht gelöst werden können; so löst in den Erden von Versailles das Wasser nur 1158 Kilogramm Humus und in diesem 17,37 Kilogramm Stickstoff, d. h. so viel als zur Ernährung einer Ernte von 8,68 Hectoliter Weizen genügt, und wenn man 40 Hectoliter erhält, so begreift man, daß eine Düngung, welche 120 Kilogramm wenigstens zum Theil löslichen Stickstoffs enthält, nothwendig sein könne, um dieser reichlichen Ernte 80 Kilogramm Stickstoff zuzuführen.

137. Doch diese stickstoffhaltigen Substanzen sind im Boden vorhanden, die Analyse beweist es. Durch welche Ursache sind sie gebunden? Die Landwirthe wissen, daß die ersten einem armen Thonboden gegebenen Düngungen ohne Erfolg auf die Ernten sind, und daß man erst nach mehreren rasch einander folgenden Düngungen die volle Wirkung des Düngers wahrnimmt; dies sollte schon auf das Anziehungsvermögen des Thones zu den fruchtbarmachenden Substanzen führen. Berard zeigte, mit welcher Begier der gebrannte Thon das Ammoniak einsaugt; Liebig glaubte sogar, daß es aus den Thonerdesalzen, in denen es die Rolle der Basis spiele, gebildet werde; die Versuche von Way haben diese Eigenschaft außer Zweifel gesetzt. Die verdorbensten Wasser, der faulende Urin, das stinkende Röst-Wasser geben trinkbares Wasser, nachdem sie durch eine Thonschicht von 30 Centimeter Stärke geflossen sind. Der Thon hält nicht allein das Ammoniak, sondern aus Kalkwassern auch den Kalk zurück; die Lösungen von Kalk-, Bittererde-, Kali- und Natron-Salzen können darin ihre Basen lassen, und man findet in dem Filtrationswasser nur ihre Säuren. — Der Thon kann 1 pCt. seines Gewichtes Kali und dem entsprechend von den anderen Basen aufnehmen. Ist diese Eigenschaft des Thones Folge einer Verwandtschaft des Alumins zu jenen Substanzen, einer höchst merkwürdigen Verwandtschaft, da sie sich auch gegenüber dem Farbestoff gefärbter Substanzen zeigt; oder geht sie mechanisch ähnlich dem Gelatin oder Eiweiß zu

Werke, oder vermittelst der Porosität wie die Kohle, oder ist sie Folge eines chemischen Vorganges, durch welchen, wie Liebig glaubt, Alaunsalze gebildet werden? Zu dieser letzteren Annahme könnte der Umstand führen, daß man im Drain-Wasser kein Ammoniak mehr findet; es ist darin durch Salpetersäure vertreten, wie Barral gezeigt hat [140].

138. Wir haben oben [43] der Eigenschaft des Eisens, des Ammoniaks sich zu bemächtigen, erwähnt; den angeführten Versuchen von Vauquelin und von Chevalier dürfen wir hinzufügen, daß der Thon, welcher Eisen enthält, wenn er am Feuer roth gebrannt und dann der Luft ausgesetzt wurde, bald ein wirklicher Dünger durch Absorption von Ammoniak der Atmosphäre und auch durch Bildung desselben aus Wasserstoff und gasförmigem Stickstoff auf chemischem Wege wird. An dieser Eigenschaft, Ammoniak zu condensiren und zu bilden, nimmt die Mehrzahl der erdigen Substanzen Theil.

139. Im Weiteren darf man nicht vergessen, in welcher Langsamkeit der Boden die Gase in die Zwischenräume treten läßt; es beweist dieses zur Genüge die Menge Kohlensäure, welche sich daselbst eingeschlossen findet [130]. So wie aber die Gährung diese Säure erzeugt, trennt sie sich von den Ammoniaksalzen. Dies haben Boussingault und Lewy gezeigt; sie haben die beständige Anwesenheit von 0,000032 Gramm Ammoniak oder 0,000026 Gramm Stickstoff in 55 Liter der eingeschlossenen Luft nachgewiesen. Ferner enthält 1 Kubik-Meter Ackerland 232 Liter dieser Luft; wir würden daher auf 1 Hectare bei $\frac{1}{3}$ Meter Tiefe 3,64 Kilogramm Stickstoff oder 4,48 Kilogramm Ammoniak, welches ganz disponibel wäre und zur Ernährung der Pflanzen dienen könnte, erhalten.

140. Doch befindet sich der größte Theil der stickstoffhaltigen Substanzen des Bodens in unlöslichem Zustande, nämlich als organische Verbindungen, an denen die Gährung ihre Wirkungen noch nicht geäußert hat. Man weiß, daß die Dammerde, nachdem sie durch Auswaschen ihres Humus beraubt worden, unaufhörlich neuen liefert, bis sie erschöpft ist. Nachdem sie die Gährung erlitten hat, schließt sie 0,024 Stickstoff ein; so weist die schwarze

Erde von Rußland, welche 0,0695 Dammerde enthält, wenigstens 0,002224 Stickstoff auf. Wenn $\frac{1}{3}$ Kubik-Meter dieser Erde 400 Kilogramm wiegt, erhalten wir für 1 Hectare bei $\frac{1}{3}$ Meter Tiefe 8896 Kilogramm Stickstoff; die Analyse ergab darin 6800 Kilogramm [1]). In der That ist der größte Theil der stickstoffhaltigen Substanzen in unlöslichem Zustande vorhanden, denn die Ernten von 25 Hectoliter Korn, welche Böden dieser Art gewöhnlich liefern, setzen nur 50 Kilogramm Stickstoff im löslichen Humus voraus. Die Versuche von Barral mit dem Ausflußwasser von Drainanlagen scheinen dies außer Zweifel zu setzen, indem sie Zustände bezeichnen, unter denen diese Substanzen sich klar offenbaren. Er fand, daß dieses Wasser fünfmal weniger Ammoniak als das Regenwasser enthält: dieses Resultat stimmt mit dem von Way in England erhaltenen überein; die Untersuchung aber, ob es nicht Salpetersäure enthalte, ergab, daß deren Menge die zwölffache der im Regenwasser enthaltenen betrage. Es ist daraus klar ersichtlich, daß diese mit Luft und Ammoniak, deren Verschwinden nachgewiesen wurde, erfüllten Wasser auf die Substanzen, welche sich zersetzen, einwirken und bei Anwesenheit von Ammoniak, nach den von Kuhlmann gegebenen Andeutungen, Salpetersäure bilden. Alle Thatsachen, welche wir hier aufzählen, lassen nicht zweifeln, daß die stickstoffhaltigen Substanzen im Boden in der That in Form von organischen, vor der Gährung geschützten Substanzen enthalten sind, welche für die Vegetation nutzlos bleiben, so lange sie in diesem Zustande sich befinden, und nicht eher thätig werden, als bis man durch Reactionen verschiedener Art dahin gelangt ist, ihre Zersetzung hervorzurufen.

141. Wer möchte nicht, wie beträchtlich auch immerhin die im Boden angehäuften Dammerde-Massen sein mögen, besorgt für deren rasche Aufzehrung sein, wenn sie allein zur Erzeugung der Ernten beitrügen! So würde jener schwarze Boden von Rußland, welcher auf 1 Hectare 6800 Kilogramm Stickstoff enthält, durch 136 Ernten zu 25 Hectoliter auf dem Hec-

1) 1 Kilogramm Erde enthält 0,00170 Kilogramm Stickstoff [134].

tar, wie man sie jährlich dort macht, erschöpft sein; dennoch scheint dieser Boden nicht merklich zu verarmen, es muß daher neben der vorhandenen Dammerde noch eine andere Quelle zur Lieferung der Pflanzennahrung beitragen. Eine andere Thatsache giebt noch mehr Grund zu dieser Schlußfolgerung. In den südlichen Theilen von Italien, in Sicilien, Spanien, Asien, Afrika, und bisweilen auch in Frankreich, findet man Felder, welche nach einem Ruhejahre seit undenklichen Zeiten Ernten von 9 Hectoliter Getreide erzeugen, und dies, ohne Dünger irgend welcher Art zu erhalten, denn die Cultur hat sich auf mehreren dieser Flächen seit dem Alterthum, in welchem man, nach den agronomischen Schriften zu urtheilen, wenig Anwendung vom Dünger machte, nicht geändert. Wenn daher in diesen Feldern, welche der Ueberlagerung von Alluvium nicht ausgesetzt waren, noch eine Spur von Dammerde vorhanden ist, so ist dies nicht dem eigentlichen Dünger, sondern allein den Stoppeln, Wurzeln und Neben-Gewächsen, welche dem Boden verbleiben, zuzuschreiben. Hier ist keine Möglichkeit, gewisse constante Quellen stickstoffhaltiger Substanzen, welche periodisch dem Boden das, was die Ernten ihm entführten, ersetzen, zu verneinen.

142. Im verflossenen Jahrhundert hatte Bergmann Spuren von Salpetersäure im Regenwasser gefunden. Brandes untersuchte Regenwasser und fand darin Ammoniaksalze Chlor-, Schwefelsäure-, Kohlensäure-Verbindungen und alkalische und Erd-Basen. Alle diese Substanzen gaben 0,031 vom Gewichte des Wassers trocknen Rückstand. Zimmermann in Gießen, später Liebig, nahmen diese Arbeiten wieder auf; dieser fand nur selten und nur in den Gewitterregen Salpetersäure, wies aber die Gegenwart von Ammoniak in allen Regen nach und behauptete, daß diese Wasser eine zur Ernährung der Ernten genügende Menge davon auf die Erde führten.

143. Seit dieser Zeit hat man mehrere Analysen von Regenwasser gemacht: Chatin und Marchand haben Jod und Brom darin gefunden; Jones wies von Neuem die Gegenwart von Salpetersäure nach, ohne ihre Menge zu bestimmen.

Erst 1851 begannen nachstehende Untersuchungen von Barral; er fand im Regenwasser folgende, für 1 Hectare berechnete Substanzen:

Ammoniak	12,931	Kilogramm,	darin Stickstoff	10,67	Kilogramm
Salpetersäure	43,319	=	= =	10,10	=
				20,77	Kilogramm.

144. Boussingault seinerseits, welcher sich vor dem Einwande, welchen man Barral machen konnte, daß er mit Regenwasser, welches in Paris, mitten aus einer mit Ausdünstungen einer großen Stadt erfüllten Atmosphäre, aufgefangen worden war, operirt hatte, bewahren wollte, stellte im Elsaß neue Untersuchungen auf dem Felde an. Vom 26. Mai bis 16. November 1853 hat er 137 Analysen von Regenwasser aus 75 Regenfällen ausgeführt. Er stellte fest, daß der Regen nach einer großen Dürre reicher an Ammoniak als der im Verlaufe einer Regenperiode fallende sei, daß er beim Beginne des Regens reicher als am Ende, und daß ebenso seine Menge verhältnißmäßig geringer bei heftigem Regen sei, derartig, daß ein Regenfall von 20 bis 30 Millimeter 0,41 Milligramm in 1 Liter gab, während die von 0,5 Millimeter 3,11 Milligramm gaben. Die im Ganzen gesammelten 1750 Liter Regenwasser enthielten 1,89 Gramm, also 1 Liter 1 Milligramm Ammoniak. Da nun der mittlere Regenfall im Elsaß 680 Millimeter beträgt, so würde der Hectar 6,81 Kilogramm Ammoniak, circa die Hälfte der von Barral in Paris gefundenen Menge, empfangen. Der Thau enthält 4 bis 5 Milligramm Ammoniak im Liter, in Paris jedoch fand Boussingault 138 Milligramm im Liter dieser Feuchtigkeit. Es bleibt zu bedauern, daß er nicht auch die salpetersauren Salze dieser meteorischen Wasser, welche nach Barral in größerer Menge als das kohlensaure Ammoniak in denselben vorkommen, und deren Wirkung um so beträchtlicher ist, als sie weniger flüchtig sind [44], bestimmt hat.

145. Eine andere Quelle der Erneuerung des Stickstoffs im Boden dürfte in der Eigenschaft poröser Körper, durch Einwirkung auf die feuchte Luft Ammoniak zu bilden, gefunden

werden. Mulder fand, daß sich aus Humussäure, welche er aus Zucker und Salzsäure dargestellt hatte, nachdem sie sechs Monate in einem Gefäße aufbewahrt worden war, Ammoniak entwickelte; wir haben in gebranntem Thone, der mit der Luft in Berührung gewesen war, Ammoniak gefunden; endlich eröffnet die noch unvollkommen erklärte Erscheinung der Salpeterbildung poröser Gesteine bei Abwesenheit organischer Substanzen ein weites Feld der Untersuchungen jener Verbindungen des Stickstoffs der Atmosphäre und des im Wasser gelösten mit Wasserstoff in statu nascenti so wie der Umwandlung des Ammoniaks in Salpetersäure.

146. Der Boden enthält oft schwefelsaure Erden und Alkalien: die Dammerde enthält deren stets; auch sahen wir [137], daß das Regenwasser die meisten Gewächse damit über das Bedürfniß versorgt.

147. Wiewohl der Schwefel und der Phosphor nur in kleiner Menge — kaum zu $\frac{1}{500}$ des Gewichtes der Pflanzen — in den pflanzlichen Organismus übergehen, scheinen beide doch eine unabweisliche Nothwendigkeit zu sein, wenn man den Vorsprung ins Auge faßt, welchen die Zufuhr dieser Substanzen der Vegetation auf Boden, in dem sie selten oder gar nicht vorhanden sind, giebt. Wir finden phosphorsaure Kalk-Magnesia in fast allen Böden des Uebergangs-Kalkes; es ist dies bei der Masse der Ueberreste von Mollusken und anderen Thieren, welche sie einschließen, leicht erklärlich. Auch in den plutonischen Lagern findet man Phosphate: der Apatit (phosphorsaurer Kalk) begleitet oft die Granite, die Basalte, die Thonschiefer u. s. w.; viele Mineralwasser enthalten Phosphate in Lösung, die aus organischen Trümmern gebildete Dammerde bietet den Pflanzen ebenfalls Phosphorsäure; wenn man endlich im Regenwasser alle die Substanzen, welche im Meerwasser gelöst sind, findet, so wird man auch Phosphate in demselben vermuthen dürfen. Da aber letzteres nur kleine Mengen davon enthält, darf man nicht darauf rechnen, daß diese Quelle reichlich genug sei, um die dem Boden durch die Ernten verursachten Verluste zu ersetzen.

148. Die Thonarten sind nach verschiedenem Verhältnisse gemischte Verbindungen von kieselsaurer Thonerde mit kieselsauren Alkalien; so giebt es Thone, welche reich an Alkalien, und wiederum solche, welche deren fast völlig beraubt sind. Die Gesteine, welche viel Alkalien enthalten, wie der Feldspath mit 18 bis 19 pCt., der Basalt mit 1 bis 5 pCt. und der Kieselschiefer mit 2 bis 4 pCt., übertragen diese Alkalien auf den aus ihrer Verwitterung entstehenden Thon, wenn diese nicht mit Ortsveränderungen und Auswaschungen, namentlich durch saure Wasser, begleitet war. Kuhlmann hat Alkalien in allen Kalkböden, welche er untersuchte, und in einer großen Anzahl kieselhaltiger Substanzen gefunden; die vulkanische Asche und alle Böden in der Nähe von Vulkanen sind sehr reich an Alkalien, das angeschwemmte Land an den Küsten zeigt ebenfalls bedeutende Mengen. Gewöhnlich treten beide Alkalien gemeinsam, wenn auch in verschiedenem gegenseitigem Verhältnisse, auf; das Kali, welches in den meisten Gewächsen das vorherrschende Alkali ist, ist weit weniger reichlich in dem Mineralreiche vorhanden.

149. Die Silikate werden durch starke Hitze zersetzt; durch diese bringen die Vulkane sie in einen Zustand, in dem die Trennung der Kieselerde von den Alkalien leicht ist. Das Brennen der Thonböden hat auf die Erdtheilchen, welche dem lebhaftesten Feuer ausgesetzt sind, dieselbe Wirkung. Ferner werden die Silikate durch das mit Kohlensäure geschwängerte Wasser angegriffen; dies widerfährt allen denen, welche im Boden neben der Dammerde vorkommen [130]. Diese verschiedenen Auflösungsmittel wirken auf die Oberfläche der Thonpartikelchen, es wird demnach der Boden mit löslichen Alkalien in dem Grade der Kleinheit dieser Partikelchen versehen werden. Man kann daher die Resultate einer Analyse, bei der man die Erde in einem Mörser pulverisirte und dann heftigen Einwirkungen unterwarf, nicht gebrauchen, um die Menge von Alkalien, welche für eine Ernte wirklich disponibel sind, zu beurtheilen. Ebenso wissen wir aber auch, daß man die Löslichkeit der Alkalien, welche im Boden in unlöslichem Zustande vorhanden sind, durch Alles,

was den Boden zerkleinert, vermehrt: die Bearbeitung, der Frost, das Walzen verringern die Größe der Stücke und vermehren die angreifbare Oberfläche der alkalihaltigen Silicate.

150. Das Regenwasser enthält große Mengen Alkali-Salze. Isidore Pierre fand in dem während 17 Tagen des Monats März 1851 zu Caën aufgefangenen Regen einen Salz-Rückstand von 0,026 Gewichtstheilen des Wassers; es kann in 1 Jahre 1 Hectar und 60 Kilogramm Chlorverbindungen, von denen ¾ Kochsalz sind, ferner 33 Kilogramm verschiedene schwefelsaure Salze, welche über die Hälfte ihres Gewichtes Schwefelsäure enthalten, auf diese Weise empfangen: also eine Salzmenge, welche für drei Runkel-, zehn Hafer- und fünfundzwanzig Weizenernten genügen würde.

151. Der Kalk ist die Base einer großen Anzahl von Gesteinen; die alten Böden und das aus ihnen entstandene Alluvium sind oft entblößt von demselben. Auch kommen ziemlich kalkreiche Böden vor, welche, an Abhängen gelegen, von beholzten oder mit Kräutern bedeckten Gipfeln in der Weise überragt werden, daß die stark mit Kohlensäure imprägnirten Gewässer von hier herabfließen und sie durch Auslaugung des kohlensauren Kalkes allmählig berauben. Man hat merkwürdige Beispiele dieser Erscheinung in der großen Karthause von Grenoble, wo Flächen, welche aus Trümmern kalk- und kieselerdehaltiger Gesteine entstanden waren, endlich nur noch Sand und Thon enthielten.

152. Dennoch ist uns nicht bekannt, daß man jemals eine Pflanze gefunden hätte, die, selbst wenn sie auf Boden, der nicht eine Spur Kalk enthielt, gewachsen war, völlig frei von Kalk gewesen wäre. Bevor man sein Vorkommen im Regenwasser kannte, schrieb man seine Anwesenheit dem in der Luft vertheilten Staube zu; Isidore Pierre fand aber 26 Kilogramm Kalk in dem von ihm zu Caën aufgefangenen, und diese Menge genügt zwar dazu, daß die Pflanzen dieser Substanz nicht ganz beraubt seien, sie ist aber für gute Ernten, welche bedeutende Mengen derselben absorbiren, ungenügend.

153. Ebenso verhält es sich mit der **Bittererde**. Viele Böden stammen von Gesteinen her, welche dieselbe enthielten, in anderen dagegen fehlt sie fast vollständig, während alle Saamen phosphorsaure Bittererde aufweisen. Da die Mengen klein sind, und da das Meer- so wie das Regen-Wasser Magnesia-Salze enthält, ist es wahrscheinlich, daß die Pflanzen aus dieser Quelle die ihnen nothwendige Bittererde nehmen, falls der Boden sie ihnen nicht zuführt.

154. Es ist fast überflüssig, nach dem Ursprunge des **Eisens**, welches in die Pflanzennahrung übergeht, zu fragen, wenn man weiß, daß ihm die Färbung der Böden zuzuschreiben sei, und man deren unendliche Verschiedenheit vom tiefen Roth bis zum hellen Gelb und die Seltenheit der vollständig weißen, welche überdies zu den unfruchtbarsten gezählt werden, betrachtet. Das gesäuerte Wasser und die süße Substanz des Humus lösen das Eisenoxyd.

155. Die Abwesenheit der **Kieselerde** in der Ackererde ist eine sehr seltene Erscheinung. Man findet diese Substanz in verschiedenen Formen darin. 1. In ihrer einfachsten Form, der der Kieselsäure, kennt man sie unter dem Namen Bergkrystall, Quarzfels, Quarzsand. Die Kieselsäure ist im Wasser und in den stärksten Mineralsäuren unlöslich, allein durch Einwirkung der Alkalien in hoher Temperatur wird sie löslich. 2. Die kieselsauren Alkalien und Erden werden durch das kohlensäurehaltige und durch Zucker-Wasser angegriffen. Diese von einander abweichenden Silicate finden sich vorzüglich in jenen Mengungen verschiedener Silicate, welche man Thon nennt, verbunden. Dieser zeigt fast immer gleichzeitig Silicate der Thonerde, des Eisens, des Kalis und des Natrons. 3. Eine große Anzahl von Quellen endlich enthalten das Kieselsäure-Hydrat in Auflösung und führen es auf das Feld, welches sie bewässern. Diese Kieselsäure löst sich nach dem Trockenwerden leicht wieder in alkalischem und saurem Wasser.

156. So fehlt in der Mehrzahl der Fälle den Pflanzen die Kieselsäure nicht. Auf quarzigen, an Humus armen und auf Kalk-Böden jedoch fehlt sie den Cerealien, welche viel davon

bedürfen, und dieselben lagern sich, weil sie nicht jene Kiesel-Epidermis, welche ihre Hülle ausmacht, ihnen Festigkeit und die Fähigkeit giebt, sich aufrecht zu erhalten, bilden können. Man vergewissert sich der Ursache dieser Erscheinung durch Einäschern des Strohes; die Asche des Weizens z. B. muß 60 bis 72 pCt. Kieselsäure enthalten. Eine namhaft geringere Menge in dem gelagerten Strohe würde darauf hindeuten, daß dem Mangel künstlich abgeholfen werden müsse oder auf solchem Boden nur wenig Kieselsäure bedürfende Pflanzen gebaut werden dürften [1]).

1) Die Beobachtung des Lagerns wurde namentlich auch auf sehr humosen und auf Torfböden gemacht, so u. A. von J. P. Norton bei Hafer, gewachsen: „auf einem armen Moorboden, auf welchem nur mit großer Mühe steifes Stroh erhalten werden konnte, und auf welchem das Auffahren von sehr feinem Sande an mehreren Stellen diese Schwäche des Strohes in auffallendem Maaße gehoben hat.“ D. Uebers.

Sechster Abschnitt.

Nahrungs-Verbrauch der Pflanzen.

157. Wir haben gesehen [84, 133], daß die Pflanzen den größten Theil ihres Kohlenstoffs und Sauerstoffs aus der Atmosphäre schöpfen; ein anderer Theil ihres Sauerstoffs und der Wasserstoff stammen wahrscheinlich von dem zersetzten und aus dem Boden geschöpften oder von den Blättern aus der Atmosphäre aufgenommenen Wasser her; ihr Stickstoff wird, kleine Mengen Ammoniak, welche sie aus der Atmosphäre einathmen können, abgerechnet, vom Boden gereicht; ihre Aschen-Bestandtheile endlich werden ebenfalls aus dem Boden geschöpft, wenn sie nicht vom Staube, der in der Luft verbreitet und in dem Thaue gelöst ist, herrühren.

158. Betrachten wir nunmehr, wie die Pflanzen die Nahrungsstoffe, deren sie bedürfen, empfangen können. Wir wählen ein in Betreff der Rolle, welche bei dieser Verabreichung der Boden spielt, sehr günstiges Beispiel, die Böden der Domaine zu Versailles. In ihrem löslichen Theile finden wir 19,2 Kilogramm Stickstoff und 3,12 Kilogramm unverbrennliche Substanzen [126, 166]; in 100 Kilogramm Weizen haben wir 2,99 Stickstoff und 15,81 unverbrennliche Substanzen. Somit würden diese Böden den nöthigen Stickstoff für 642 Kilogramm Weizen zuführen, während die löslichen unverbrennlichen Substanzen von 3284 Kilogramm dieses Nahrungsmittels würden dargeboten werden. Der erste Ueberblick zeigt uns, daß die stickstoffhaltigen Substanzen zunächst in mangelhafter Menge

vorhanden sind. Wenn nun aber mehrere Gegenstände zum Bestehen eines lebenden Wesens nöthig sind, und diese nicht sämmtlich im Verhältniß ihres Bedürfnisses zugeführt werden, so muß man sich zuerst des seltensten vergewissern. Auf einem Schiffe, welches reichlich mit Lebensmitteln versehen ist, aber nur schwachen Vorrath an Trinkwasser hat, ist die Anzahl Tage, durch welche man mit den Lebensmitteln das Meer würde halten können, gleichgültig, man wird vielmehr die Tage, für welche das Wasser genügt, berechnen müssen. Bei der Cultur des Getreides dürfen wir ebenso nicht nach den 3284 Kilogramm rechnen, sondern lediglich nach 642 Kilogramm, und um die nach den mineralischen Substanzen berechnete Menge desselben zu erzielen, wird man Stickstoff bis zur Ergänzung der 98 Kilogramm zuführen müssen. Bei diesem Ideengange setzen wir voraus, daß in den unverbrennlichen Substanzen alle für 3284 Kilogramm Getreide nöthigen Substanzen enthalten seien; wir untersuchen die Frage weiter nach diesem neuen Gesichtspunkte.

159. Lenken wir jetzt unsere Aufmerksamkeit auf eine andere Pflanzengattung. Da ist ein Hectar Luzerne, welcher in 5 Jahren 64000 Kilogramm Futter und mit seinen Wurzeln und Abfällen 122354 Kilogramm trockner Substanz erzeugt hat, nämlich:

Feste Substanzen	9054,20	Kilogramm
Verbrennliche Substanzen	111323,80	„
Stickstoff	1976,00	„
Summe	122354,00	Kilogramm.

Aus welcher Quelle kann die Pflanze diese Stoffe geschöpft haben? 1. Der Humus konnte ihr jährlich nur 19,20 Kilogramm zuführen, welche, fünfmal durch die Gährung der Dammerde erneuert, immerhin nur 96,0 Kilogramm Stickstoff geben würden. 2. Innerhalb fünf Jahren hat die Erde durch das Regenwasser als Ammoniak, 6,81 Kilogramm jährlich [144], also 34,05 Kilogr. Stickstoff erhalten. 3. Bei dem Säen wurde der Luzerne eine Düngung und mit dieser 850 Kilogramm Stickstoff gegeben. 4. Während der Entwicke-

lung und bei der Heuernte haben die abfallenden Blätter ihr einen leicht zersetzlichen Dünger mit 420 Kilogramm Stickstoff gelassen. Somit konnte die Luzerne verfügen über:

Stickstoff des Humus	72,50	Kilogr.
„ des Ammoniaks der Regen	34,05	„
„ des Mistes	850,00	„
„ der verschiedenen Abfälle	420,00	„
	1376,55	Kilogr.
der Stickstoff der Ernten betrug	1976,00	„
bleiben zu beschaffen:	599,45	Kilogr.

wobei vorausgesetzt wurde, daß der Boden jedesmal nach der Aberntung der Luzerne erschöpft war, was bei Weitem nicht der Fall sein konnte.

160. Wo sollen wir diese bedeutende Menge Stickstoff, welche in den Pflanzen überschüssig vorhanden ist, suchen? Sicherlich nicht in der Atmosphäre, da wir die geringe Menge Ammoniak, welche sie enthält, kennen; wir wissen aber zugleich, daß neben der löslichen stickstoffhaltigen Substanz der Boden einen oft beträchtlichen gebundenen Reichthum enthält, welcher sich nur mittelst der kräftigsten Analyse erkennen läßt: so haben wir z. B. in dem Boden von Marville auf 1 Hectar 8800 Kilogramm Stickstoff [134]. Dieser Reichthum ist innig an den Boden gebunden, sei es durch chemische Verbindungen, sei es durch den unzersetzten Zustand seiner organischen Bestandtheile, sei es durch Condensation in den Poren des Erdreichs. Wenn man aber in Betracht zieht, daß ein wenig Kohlensäure, die Alkalien, ein wenig Zuckerstoff die Kraft besitzen, die härtesten Substanzen zu lösen, so kann man begreifen, daß die Wurzeln der Pflanzen, welche bei Leguminosen und einigen als bereichernde bekannten Familien Reservoire von süßen Substanzen sind, durch Ausscheidungen dieser Art, welche an ihren Wurzelenden statthaben, oder durch irgend welche andere Verwandtschaft oder katalytische Einwirkung diese stickstoffhaltigen Substanzen angreifen könnten, und daß diese Einwirkung um so stärker wäre, je kräftiger die Vegetation sei.

161. Wir finden in der That, daß die bei der Erde gemachte Anleihe um so geringer ist, eine je weniger kräftige

Constitution die in ihrer Jugend wenig durch löslichen Dünger unterstützten Pflanzen haben, und daß sie mit der Kraft, welche reichere Dünger ihr verliehen, wächst. Die Luzerne von Gilbert producirte nur 6619 Kilogramm Heu in vier Jahren, wog mit ihren Wurzeln 11400 Kilogramm und enthielt 203 Kilogramm Stickstoff. Sie hatte zur Verfügung:

im 3jährigen Humus	21,70	Kilogr. Stickstoff
im 4jährigen Regenwasser	27,20	" "
in den trocknen Blättchen	43,00	" "
im Miste	108,00	" "
zugeführt wurden in Summa	199,90	Kilogr. Stickstoff.
entnommen " " "	205,00	" "
noch zu beschaffen	5,10	Kilogr. Stickstoff.

Diese Luzerne konnte also dem Boden nur eine verschwindend kleine Menge seines latenten Stickstoffs entziehen.

162. Ein anderes Beispiel: In einer von Crud angeführten Luzerne haben wir:

im 4jährigen Humus	35,50	Kilogr. Stickstoff
im 5jährigen Regenwasser	27,20	" "
in den Blättchen	285,00	" "
im Miste	224,00	" "
zugeführt wurden also	571,70	Kilogr. Stickstoff.

Die Summe der Ernten betrug 44020 Kilogramm Heu, welche mit den Wurzeln 983 Kilogramm Stickstoff enthielten; somit wurden 421 Kilogramm Stickstoff den organischen Substanzen des Bodens entzogen. Wir können daraus schließen, daß eine arme Luzerne keine Einwirkung auf die unlösliche Dammerde ausübe, während dagegen auf einem Luzernefelde, welches über eine Düngung mit einem Stickstoffgehalte von 199 Kilogramm verfügen konnte, $\frac{421}{440} = 0{,}96$ Kilogr. Stickstoff auf je 100 Kilogramm Futter in Freiheit gesetzt werden, und von einem Luzernefelde, welches über 1376 Kilogramm Stickstoff verfügen konnte, $\frac{599}{640} = 0{,}93$ Kilogr. Stickstoff auf je 100 Kilogramm Futter. Die beiden letzteren Fälle geben fast völlig übereinstimmende Resultate. Man sieht daraus, daß es einen Grad von Ueppigkeit giebt, welcher die Pflanzen bestimmt, aus

dem Boden eine beträchtliche Menge Ergänzungs-Stickstoff zu nehmen.

163. Demzufolge ist es uns sehr wahrscheinlich, daß die Pflanzen außer der Menge löslicher stickstoffhaltiger Substanzen, welche in ihrem Bereiche ist, aus den unlöslichen stickstoffhaltigen Substanzen eine gewisse Menge Nahrungsstoffe aufnehmen, wenn ihre Entwickelung kräftig genug ist, um, wir wissen nicht auf welche Art, die Verwandtschaften anzugreifen und zu besiegen, welche den Stickstoff, sei es in den organischen Verbindungen, sei es in seinen Verbindungen mit den mineralischen Substanzen, sei es endlich in der Abgeschiedenheit, in den porösen Körpern zurückhalten.

164. In Betracht, daß gewisse Pflanzen in höherem Grade als andere die Fähigkeit besitzen, einer größeren Menge stickstoffhaltiger Substanzen, als diejenige ist, welche die löslichen eiweißartigen oder ammoniakalischen Stoffe des Bodens und der Dünger enthalten, sich zu bemächtigen, dieselbe zu assimiliren und endlich in ihren Produkten zu übergeben, kann man die Gewächse in zwei Klassen theilen: die, welche diese Eigenschaften am entschiedensten besitzen, bilden die erste Klasse; die, welche all ihren Nahrungsstoff aus den im Boden enthaltenen löslichen Substanzen schöpfen und deren Zersetzung nur einen Ersatz dieser Substanzen giebt, bilden die zweite Klasse. Es scheint uns nicht möglich, zwischen beiden eine scharfe Grenze zu ziehen, denn eine Pflanze der ersten Klasse wird bei schwacher Entwickelung nur gegen die schon gelösten Substanzen agiren können, während andererseits es möglich erscheint, daß eine Pflanze der zweiten Klasse bei kräftiger Entwickelung im Stande sein werde, selbst den gebundenen Stickstoff des Bodens sich anzueignen. In dieser Beziehung scheinen einige ausnahmsweise Weizenernten Erwähnung zu verdienen. Im Allgemeinen gehören in die erste Klasse die ausdauernden oder zweijährigen Pflanzen, die Bäume, Leguminosen u. s. w., mit einem Worte diejenigen, welche im Verhältniß zu ihrem Volumen und ihrer Körnerproduction eine große ausdünstende Oberfläche haben und hierdurch ein reichliches Aufsteigen von Saft ermöglichen und

erleichtern, doch immer unter der Bedingung, daß ihre erste Entwickelung, von dem Keimen an, durch reichliche lösliche Nahrung sehr kräftig vor sich gegangen sei.

165. Die Pflanzen der ersten Klasse hat man bereichernde genannt; sie sind es in der That, indem sie die Stickstoffverbindungen, welche bisher in einem Zustande der Trägheit waren, in Umlauf setzen. Diese Pflanzen sind geschickte Bergleute, welche aus dem Boden den kostbaren Bestandtheil, welchen er einschließt, holen, seiner Fesseln ihn entledigen. Sie bereichern den Wirth, welcher sie anbaut, sie geben ihm die Mittel zu neuen Productionen. Doch geschieht dies auf Kosten seines gebundenen Reichthumes. Der Unterschied, welchen die intelligenten Landwirthe zwischen den Böden, welche lange Zeit Gewächse der ersten Klasse, Luzerne, Esparsette, selbst Runkeln getragen haben, und den jungfräulichen Böden machen, welche fast ohne Düngung von jeher in Ueberfluß diese Erzeugnisse gaben, welche man ihnen später mit Hülfe von Dünger zurückerstatten muß, ist eine praktische Anerkennung dieser Wahrheit. Mahnen uns diese Betrachtungen, dem Anbau der Gewächse erster Klasse Einhalt zu thun und auf denselben zu verzichten, aus Furcht, die Zukunft zu benachtheiligen? Dem entsprechend müßte man auch aufhören, Metalle und Steinkohlen zu fördern, um den Erdgeistern diesen Reichthum, welchen wir zu unserem Vortheile zu Tage bringen, zu lassen.

166. Doch nicht allein in der Gesammtmenge der löslichen Stoffe, sondern auch bezüglich ihrer Natur haben wir die Beziehungen des Bodens zur Pflanzenernährung zu betrachten. Eine Pflanze kann sehr wohl die ihr nöthige Menge Ammoniak finden, sie wird aber dennoch in einem, dem Anscheine nach fruchtbaren Boden eine kränkliche Entwickelung haben, wenn sie nicht zugleich die jener Menge Ammoniak entsprechenden Mengen Phosphor, Schwefel, Alkalien, Kalk, Eisen, Kieselerde in löslicher Form findet. So enthält als Beispiel die Erde der Sandgrube zu Versailles [126] die auf folgender Tabelle gegebenen Mengen löslicher Stoffe:

	In 100 Theilen Erde.	Auf 1 Hectar [1]).
Stickstoff	0,000384	19,20 Kilogr.
Schwefelsäure	0,001721	86,05 „
Phosphorsäure	0,000517	25,85 „
Chlor	0,000242	12,10 „
Kalk	0,004383	219,15 „
Bittererde	„	„ „
Alkalien	0,001170	58,50 „
Kieselerde	0,002072	103,60 „
Eisen und Thonerde	0,000136	6,80 „
	0,010240	512,05 „

100 Kilogramm Weizen erfordern:

Stickstoff	2,99 Kilogr.
Schwefelsäure	0,16 „
Phosphorsäure	1,58 „
Chlorwasserstoff	0,08 „
Kalk	1,25 „
Bittererde	1,07 „
Alkalien	2,08 „
Kieselerde	9,45 „
Eisen und Thonerde	0,14 „
	15,81 Kilogr.

Aus dieser Tabelle geht hervor, daß jedes einzelne Nahrungsmittel, wenn ihm die verhältnißmäßigen Mengen der anderen zur Seite ständen, folgende Mengen Weizen produciren könnte:

der Stickstoff	640	Kilogr.	Weizen
die Kieselsäure	1090	„	„
die Phosphorsäure	1636	„	„
die Alkalien	2810	„	„
das Eisen u. s. w.	4850	„	„
der Chlorsalze	15120	„	„
die Schwefelsäure	53800	„	„

Man sieht, daß in dem als Beispiel gewählten sehr quarzreichen Boden nächst dem Stickstoff die Kieselsäure am meisten fehlt, und um einen Ertrag von 2340 Kilogr. (30 Hectoliter) Getreide vom Hectar zu erhalten, Stickstoff, Kieselsäure, Phosphorsäure in verschiedenem Grade nicht genügen.

1) ⅓ Cubik-Meter Erde wiegt 500 Kilogramm.

167. Dieselben Uebelstände treten uns bei der Luzerne entgegen. Im Laufe von fünf Jahren hat sie 64,000 Kilogr. Heu und eine Gesammtmasse von 122354 Kilogr. trockner Masse producirt. Man muß aber bedenken, daß diese Pflanze sehr tief gehende Pfahlwurzeln hat, welche man in gewissen Fällen eine Länge von 16 Meter erreichen sah. Wenngleich nun auch die Menge der assimilirbaren Stoffe nach der Tiefe zu abnimmt, so sind doch dort deren vorhanden, abgesehen von denen, welche die Einwirkung der Wurzeln auf die gebundenen Stoffe in Freiheit setzt. Die Schwierigkeit, in der Tiefe sich lösliche Stoffe anzueignen, erklärt im Ferneren, weshalb die Luzerne, so wie die anderen Gewächse mit Pfahlwurzeln, erst nach einer längeren Reihe von Jahren auf demselben Flecke wieder angebaut werden darf, und zwar nach einer um so längeren, je tiefer die Wurzeln unter die Erdschicht, in welcher die Rückstände der Gewächse und die Dünger sich absetzen, dringen; denn die von dem Regenwasser entführten Extracte der letzteren müssen den Reichthum dieser tieferen Schichten erneuern.

168. Indem wir gewisse Analysen, wie sie im Verlaufe dieser Abtheilung dargeboten wurden, zu Grunde legen, verlangen wir nicht, daß sie die unveränderliche Zusammensetzung der Pflanze repräsentiren sollen. Wir finden je nach der Ueppigkeit der Pflanzen, ihrer Reizbarkeit, dem Boden, auf dem sie cultivirt wurden, den löslichen Substanzen, welche er einschließt, Abweichungen von dieser Zusammensetzung.

So geben fünf Analysen von Bohnen folgende fünf Zusammensetzungen:

	Schwefelsäure.	Phosphorsäure.	Chlor.	Alkalien.	Kalk.	Kieselerde.
1. De Saussure	—	18,90	—	25,00	—	—
2. Derselbe	1,34	37,94	1,50	39,88	7,26	2,40
3. Bichers	1,00	25,67	0,75	47,14	5,33	0,51
4. Boussingault	—	35,10	—	45,46	4,72	0,47
5. Büchner	2,28	35,47	—	42,78	5,38	1,18

Man ersieht hieraus, daß die verschiedenen Zusammen=

setzungen sich innerhalb bestimmter Grenzen bewegen, und daß gewisse Substanzen in allen Analysen das Uebergewicht behalten; man ersieht aber daraus ebenso, daß ein Gewächs nicht durchaus zum Untergange verurtheilt ist, wenn es nicht das größeste Verhältniß, welches unter seinen einzelnen Bestandtheilen vorkommt, findet. Wenn jedoch das Gleichgewicht zu sehr gestört ist, wenn einige der nothwendigen Bedingungen in zu großer Minderheit vorhanden sind, so fristet das Gewächs nur ein mühsames, unvollkommenes Dasein. Der Natur stehen große Mittel zur Erhaltung der Art zu Gebote: sie wird alle andere Organe vermindern, sie dürftig ausbilden, um die Bildung einiger Saamen zu ermöglichen; man wird noch die Art, das Gewächs, nicht aber eine Production erlangen. Wenn man den Ertrag des Weizens auf einem bestimmten, lehmigen Sandboden, auf welchem er dürftig wächst, durch Mergeln oder Kalken auf das Vierfache steigert, wird man sich nicht weigern können, anzunehmen, daß es eine zu seiner vollen Entwickelung nothwendige Menge Kalk gebe; dasselbe gilt ohne Zweifel bezüglich der anderen Bestandtheile. Die Statik wird erst dann auf festen Füßen stehen, wenn man dies Gleichgewicht zwischen allen constituirenden Bestandtheilen für jedes Gewächs, sein Erhaltungsfutter und sein Productionsfutter, wie bei den Thieren wird festgestellt haben. Wir können dieses Ziel nur andeuten, denn wir sind ihm noch fern.

169. Bis jetzt sind wir noch auf eine Hypothese angewiesen, die oft genug durch die Erfahrung bewahrheitet wird, um uns ihrer bedienen zu können, ohne dem Irrthum all zu sehr anheimzufallen; die Hypothese, daß im Boden eine den darin befindlichen löslichen stickstoffhaltigen Substanzen entsprechende Menge löslicher unverbrennlicher Substanzen enthalten sei und sich in demselben bilde. Dies heißt mit anderen Worten: die stickstoffhaltigen Substanzen des Bodens und des Düngers bilden Fermente, deren Wirksamkeit ihrem Gehalte an Stickstoff proportional und groß genug ist, aus den Elementen dieser Substanzen Dextrin, süße Materie und Kohlensäure als Auflö-

sungsmittel der unlöslichen unverbrennlichen Bestandtheile zu bilden.

In dieser Weise gebrauchen wir den Stickstoff der stickstoffhaltigen Substanzen als Einheit bei der Messung der Fruchtbarkeit, vorausgesetzt, daß dem Boden diejenigen anderen Grundstoffe, welche ihm fehlen, zugeführt werden. Auf dieser Grundlage beruht die empirische Berechnung der Düngerwerthe.

Siebenter Abschnitt.

Vom Dünger.

170. Man bezeichnet mit dem Namen **Dünger** alle Substanzen, welche man den Pflanzen zuführt, um die im Boden in ungenügender Menge vorhandenen nährenden Principien zu ergänzen. Man hatte früher diese Bezeichnung lediglich auf die organischen Bestandtheile beschränkt; seitdem jedoch der Begriff des Nahrungsmittels eine größere Allgemeinheit gewonnen, seitdem man erkannt hat, daß die verschiedenen Bestandtheile, welche in die Verbindung des pflanzlichen Organismus eingehen, ihm, wenngleich in verschiedenem Grade, wesentlich sind; seitdem man mehrere derselben, wie den Phosphor und den Schwefel, sowohl in den organischen wie in den anorganischen Substanzen angetroffen hat, fühlte man die Nothwendigkeit, den Namen Dünger auf alle Substanzen beider Reiche, welche der Pflanze zur Nahrung dienen können, auszudehnen. Den Ausdruck **Verbesserungs- oder Meliorirungs-Mittel** hat man für die Substanzen, welche bestimmt sind, die physicalische Beschaffenheit des Bodens zu verändern, vorbehalten. Ohne Zweifel enthalten einige der letzteren auch gewisse nährende Bestandtheile, doch giebt man ihnen den Namen Dünger oder Meliorirungs-Mittel zufolge der vorherrschenden Gewohnheit, gemäß welcher man sie Dünger nennt, insofern sie Theile der Nahrung bilden müssen; Meliorirungs-Mittel, insofern ihre hauptsächliche Bestimmung ist, die Structur des Bodens zu verändern [1]).

---

1) Diese französische Bezeichnung der Meliorations-Mittel — franz. amendements — ist nicht genau; die in der deutschen Landwirthschaft her-

171. Man könnte den Namen: **absoluter** Dünger demjenigen geben, welcher die verschiedenen Nahrungsmittel in den Mengen, welche erforderlich sind, um auf einem aller dieser Bestandtheile beraubten Boden den **höchsten** Ertrag hervor zu bringen, in löslicher Form enthält. Um uns eine Vorstellung von der Zusammensetzung dieses Düngers zu verschaffen, wollen wir uns in der nachstehenden Tabelle zunächst die wesentlichen Bestandtheile einer vollen Ernte der anspruchsvollsten Gewächse vor Augen führen:

Geerntete Gewächse.	Größe der Ernte. Kilogr.	Stickstoff. K.	Alkalien. K.	Säuren des Schwefel. K.	Säuren des Phosphor. K.	Kalk. K.	Kieselerde. K.
Getreide	3000	99,0	61,20	4,80	47,40	34,50	223,50
Bohnen	2640	145,20	61,10	1,04	36,05	12,22	6,69
Kartoffeln . . . . Topinambur	29000	257,99	177,00	4,45	36,56	66,00	369,64
Raps	2856	136,78	117,16	29,39	73,57	45,36	16,24
Tabacks-Blätter, Stengel und Wurzeln . . .	3850	406,56	198,00	4,50	35,40	408,00	105,49
Klee, trocken	8044	164,80	168,00	12,32	39,00	152,00	32,88
Hanf, gehechelt . . . . trockne Pflanzen 35,920 K.	1000	635,78	132,90	17,96	53,88	682,48	107,76

Durch welchen Dünger werden wir beliebig eine dieser Ernten erzielen können? Die Zusammenstellung der Maxima des Verbrauchs dieser verschiedenen Bestandtheile Seitens der anspruchsvollsten Gewächse ergiebt:

---

gebrachte Eintheilung der Einwirkungen auf den Boden ist besser: mit **Dünger** bezeichnen wir **Nahrungssubstanzen** — Mist, Guano, Salpeter —; mit **Reizmitteln Substanzen**, welche nicht selbst Nahrungsmittel sind, sondern die Assimilirbarkeit der schon im Boden vorhandenen vermitteln — Kalk, Mergel —; mit **Meliorations**mitteln sowohl die Zufuhr **neuer Nahrungssubstanzen** von längerer Wirksamkeit — gewisse Mergel, Berieseln —, als auch die dauernde **Entfernung** gewisser Substanzen — Entwässern — und die dauernde Zufuhr gewisser **Zustände** — Untergrundslockern, Planiren —, welche die Assimilirbarkeit der schon im Boden vorhandenen Stoffe vermitteln.

Der Uebersetzer.

von Stickstoff	das Bedürfniß des	Hanfs	635,48	Kilogr.
„ Alkalien	„ „	Tabacks	198,00	„
„ Schwefelsäure	„ „	Raps	29,39	„
„ Phosphorsäure	„ „	Raps	73,57	„
„ Kalk	„ „	Hanfs	682,48	„
„ Kieselerde	„ der	Kartoffeln	369,64	„

Doch würden uns von einem dem ähnlichen Dünger, falls wir ihn zusammensetzen könnten, bei jeder dieser Ernten bedeutende Rückstände einzelner Substanzen verbleiben; nämlich nach den folgenden Ernten:

	Stickstoff.	Alkalien.	Schwefels.	Phosphors.	Kalk.	Kieselerde.
	K.	K.	K.	K.	K.	K.
Getreide	614,00	137,00	24,59	26,17	714,50	146,14
Bohnen	568,00	136,90	24,36	37,52	766,78	362,95
Kartoffeln	455,00	21,00	24,91	37,01	713,00	0,00
Raps	576,62	80,84	0,00	0,00	733,64	353,40
Taback	306,84	0,00	24,89	38,17	371,00	264,15
Hanf	0,00	65,10	11,43	16,69	0,00	261,88

Man sieht, daß ein ähnlicher Dünger bei keiner der Culturpflanzen von Vortheil sein, zu viel Feld den Verlusten nach verschiedener Seite lassen würde, indem er abwarten müßte, daß eine folgende Ernte den Ueberfluß aufnähme. Ebenso gewiß ist es, daß man einen von allen Bedingnissen der Fruchtbarkeit gänzlich entblößten Boden nicht bebauen wird, und man über den, von dem Boden erlangten Reichthum Rechnung führen muß, bevor man ihm Dünger zuführt.

172. Somit ist ein Ergänzungs-Dünger, welcher nothwendig je nach dem Boden und den anzubauenden Gewächsen ein anderer sein muß, zu suchen. Die Kunst des Ackerbaues ist noch nicht zu dem Grade der Vollkommenheit gelangt, die Nahrung bei den Pflanzen, so wie man es bei dem Thiere kann, messen zu können. In der Praxis wird man die wissenschaftliche Genauigkeit durch ein Herumtappen, welches zu mehr oder weniger annähernden Resultaten führt, ersetzen; hier jedoch müssen wir der wissenschaftlichen Genauigkeit anstreben.

173. Man würde sich sehr täuschen, wollte man glauben, daß man die Elemente, aus denen ein Ergänzungs-Dünger zusammengesetzt sein muß, allein durch die Analyse der Pflan-

zen ermitteln könne. Dasjenige Erdreich, welches durch das Ausglühen als reich an Dammerde uns bezeichnet wird, könnte nur eine geringe Menge löslicher unverbrennlicher Substanzen enthalten. Wird es nöthig sein, durch den Dünger alle die, deren die Pflanze bedürfen könnte, zuzuführen? Keineswegs. Es genügt, daß sie im Boden vorhanden seien (man sehe die qualitative Analyse des Bodens, Anhang I.): es sind daher nur die unverbrennlichen Substanzen, welche ihm fehlen, und eiweißartige, als Ferment wirkende, zu verabfolgen. Ein Theil der Dammerde wird in Gährung übergehen, und wenn nach einiger Zeit die Analyse wiederholt wird, wird man überrascht sein, darin eine große Menge unverbrennlicher Substanzen, welche im Dünger nicht hinzugefügt wurden, zu finden. Es haben sich somit Substanzen mit einem Lösungsvermögen, welches genügte, die sie umgebenden mineralischen Stoffe aufzulösen, gebildet (s. Analyse des Humus, Anhang II.). Wir haben diese Wirkung bei der Anwendung von Oelkuchen nachgewiesen; ihre Mischung mit Quarzsand, unlöslichem kohlensaurem, schwefelsaurem oder phosphorsaurem Kalke hat uns nach der Gährung der Masse Lösungen dieser Salze gegeben. Man würde ohne diesen Umstand die durch stickstoffhaltige Dünger erzeugten Ernten nicht erklären können, da diese mehr unverbrennliche Substanzen enthalten, als meist im Boden löslich vorhanden sind.

174. Doch wirken diese stickstoffhaltigen Dünger auch durch die Beschleunigung der Zerstörung der Dammerde. Wir hätten daher Grund, die Bezeichnung vollkommener Dünger denjenigen vorzubehalten, welche, nachdem sie eine Maximal-Ernte verschafft haben, den Boden eben so reich an gährungsfähigen Substanzen, wie er vor seiner Düngung gewesen war, hinterlassen; und unter unvollkommenen Düngern diejenigen zu verstehen, welche, indem sie eine gleiche Ernte erzeugen, dem Boden einen Theil seiner ternären (Holzfaser, Zellulose, Dextrin u. s. w.) oder seiner mineralischen Bestandtheile entziehen, ohne sie zu ersetzen, und deren Wirkungen bei fortgesetzter Anwendung mit jeder Ernte sich vermindern würden, sei es aus Mangel an Stoffen, auf die sie behufs Wiedererzeugung des

Humus wirken, sei es aus Mangel an Substanzen, gegen die der Humus auflösend agiren könnte.

175. Folgt daraus, daß man einen unvollkommenen Dünger niemals anwenden dürfe? Ohne Zweifel: nein. Wenn der Boden eine beträchtliche Menge Dammerde in Reserve hält, dann wird die Anwendung von lediglich und hauptsächlich stickstoffhaltigen Düngern die Zersetzung der Dammerde zum Vortheil der Ernten befördern, und dies ist eine sowohl den Ernten als dem Boden vortheilhafte Anwendung. Die Kunst des Ackerbaues besteht darin, die richtigen Grenzen, bis zu denen man Gebrauch von diesen Hülfsquellen machen darf, zu erkennen, und die gewöhnliche Erfahrung kann darüber belehren.

176. Nehmen wir als Beispiel den Vorgang beim Getreide; seine Zusammensetzung ist für 100 Kilogr. trockner Körner und die dieselben begleitenden 200 Kilogr. Stroh folgende:

Stickstoffhaltige Substanzen		18,75 Kilogr.
Ternäre	"	264,30 "
Unverbrennliche	"	16,95 "
		300,00 Kilogr.

Doch sind die ternären, aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff zusammengesetzten Substanzen zum größeren Theile von der Atmosphäre dargeboten worden, die Erde hat nur den Theil des Humus, welcher zur Auflösung der unverbrennlichen Substanzen diente und $\frac{46}{100}$ derselben betrug [126], gegeben; wir haben daher vom Boden nur zu fordern:

Stickstoffhaltige Substanzen		18,75 Kilogr.
Ternäre	"	14,13 "
Unverbrennliche	"	16,95 "
		49,83 Kilogr.

177. Die als fruchtbar bekannten Böden von Versailles enthalten in $\frac{1}{3}$ Cubikmeter nur 0,128 Kilogr. Humus [126] mit 1,50 pCt. Stickstoff; auf 1 Hectar beträgt dies bei $\frac{1}{3}$ Meter Tiefe 19,20 Kilogr. Stickstoff und 120 Kilogr. stickstoffhaltige Substanz, was für eine Ernte von nur 640 Kilogr. Getreide genügt: es ist daher zweifellos, daß man bei einer intensiven Cultur Ergänzungs-Dünger anwenden muß. Nehmen

wir diejenige Menge stickstoffhaltiger Substanzen, welche zur Erzeugung von 100 Kilogr. Korn nöthig sind, als Ausgangspunkt, so finden wir in diesen Böden die drei Klassen von Substanzen in folgendem Verhältnisse:

Stickstoffhaltige Substanzen	18,75	Kilogr.
Ternäre „	91,77	„
Unverbrennliche „	107,73	„
	218,25	Kilogr.

Dies ergiebt, daß unverbrennliche und ternäre Substanzen im Ueberfluß vorhanden sind.

178. Der Mist, welchen wir diesen Böden verabfolgen, enthält:

Stickstoffhaltige Substanzen	18,75	Kilogr.
Ternäre „	300,38	„
Unverbrennliche „	364,60	„
	683,73	Kilogr.

vermehrt also noch im Weiteren den Ueberschuß der unverbrennlichen und ternären Substanzen. Ein auf diese Weise lange Zeit und reichlich gedüngtes Feld bedarf der Verabfolgung sehr stickstoffreicher Dünger zur Lösung aller der Stoffe, welche in ihm vergraben sind.

179. Die Oelkuchen ihrerseits enthalten folgende Mengen:

Stickstoffhaltige Substanzen		18,75	Kilogr.
Oel	7,87	25,19	„
Andere ternäre „	17,32		
Unverbrennliche „	(Asche)	3,48	„
		47,42	Kilogr.

180. Wir erkennen hierin Verhältnisse, von welchen die landwirthschaftliche Erfahrung im Großen Zeugniß ablegt. Wenn man die sehr kalkreichen Böden der Mitte des Departements von Vaucluse jedes Jahr mit Oelkuchen düngt, werden die Böden ausgesogen, ausgemergelt, d. h. sie verlieren allmählig ihre Dammerde und werden endlich wenig empfänglich für die Wirkung der Oelkuchen; wenn man aber auf zwei Düngungen mit Oelkuchen eine Mistdüngung folgen läßt oder den Dünger in der Weise zusammensetzt, daß die Oelkuchen $\frac{2}{3}$ und der Mist nur $\frac{1}{3}$ zu den stickstoffhaltigen Substanzen beträgt,

dann wird das Gleichgewicht zwischen dem Verbrauche und dem Ersatze dieser Dammerde hergestellt und der Boden behält seine Fruchtbarkeit. Danach haben wir in diesem Falle:

	Substanzen		
	stickstoffhaltige K.	ternäre K.	unverbrennliche K.
2 Düngungen mit Oelkuchen	37,50	50,38	6,96
1 „ „ Mist	18,75	300,38	364,60
	56,25	350,76	371,56
Mischdünger	18,75	116,92	123,85

So erhalten wir außer einem bedeutenden Ueberschuß an unverbrennlichen Substanzen nahe das Achtfache der Menge von Holzsubstanz, welche die Ernten erfordern. Wie bedeutend immerhin der Theil dieses Ueberschusses, welcher in Form von Kohlensäure sich verflüchtigt, sein mag, so ist wahrscheinlich, daß der größte Theil als Dammerde, welche an Ferment erschöpft ist, im Boden zurückbleibt, und daß man ohne Gefahr den Stallmist noch seltener könnte wiederkehren lassen.

181. Wenn es zur Bestimmung des Ergänzungs-Düngers genügte, nur die Mengen der stickstoffhaltigen, ternären und unverbrennlichen Substanzen des Gewächses, des Bodens und des Düngers zu kennen, so wäre die Aufgabe leichter, als sie in der That ist. Aber man muß auch die Natur der unverbrennlichen Substanzen berücksichtigen, da einige derselben, wie die Sulphate und Phosphate, der Kalk, die Bitterde, die Alkalien, durch ihre An- oder Abwesenheit bedeutenden Einfluß auf die Resultate des Anbaues auszuüben vermögen. Die Analyse des Humus wird uns zunächst die unverbrennlichen Substanzen, welche der Boden enthält, kennen lehren (s. Anhang II.); zu diesen fügt man auf Grund von Untersuchungen diejenigen, welche man der Vegetation für zuträglich erachtet (s. Anhang I.); und die Analyse der Pflanzenasche giebt uns die verschiedenen Substanzen an, welche man ihr reichen muß (s. Anhang III.).

182. Wir wählen einen der mittleren Böden von Versailles, dessen Humus untersucht wurde [126]; von seinen stickstoffhaltigen Substanzen wollen wir absehen, da dieselben zu

unbedeutend sind, um eine namhafte Wirkung auf die Ernte auszuüben, und solche man ergänzen muß. Dieser Humus zeigt uns folgende einzelne, in lösliche Form gebrachte unverbrennliche Substanzen auf 1 Hectar:

Kalk	194,20	Kilogr.
Schwefelsäure	129,00	"
Phosphorsäure	2,26	"
Chlor	2,94	"
Alkalien	5,92	"
Kieselerde	13,13	"

Angenommen, wir wollten eine Ernte von 2856 Kilogr. Raps gewinnen. Dieselbe enthält mit dem Stroh 136,78 Kilogr. Stickstoff und im Weiteren treten dabei folgende Verhältnisse auf:

Stoffe	die Ernte erfordert	der Humus bietet	der Ergänzungsdünger bietet
Stickstoff	136,78 Kilogr.	19,20 Kilogr.	117,58 Kilogr.
Schwefelsäure	29,39 "	129,00 "	—
Phosphor	73,57 "	2,26 "	71,31 "
Kalk	45,36 "	194,20 "	—
Alkalien	117,16 "	5,92 "	111,24 "
Kieselerde	16,24 "	13,13 "	2,11 "

183. Untersuchen wir, inwiefern wir diese Ergänzungen durch die Anwendung eines der folgenden drei Düngemittel bewerkstelligen würden: des Guano mit einem Gehalte von 8 pCt. und der Oelkuchen mit 5,5 pCt., des Stallmistes mit 0,40 pCt. Stickstoff bei 75 pCt. Wasser. Zur Ergänzung des Stickstoffs sind erforderlich 1470 Kilogr. Guano, oder 2119 Kilogr. Oelkuchen, oder 29400 Kilogr. Stallmist. Diese Mengen würden im Weiteren zuführen in Kilogr.:

	Zu ergänzendes Deficit	Guano.		Oelkuchen.		Stallmist.	
		Zufuhr	bleibt Deficit	Zufuhr	bleibt Deficit	Zufuhr	bleibt Deficit
Phosphors.	71,31	182,27	—	43,63	27,68	57,02	14,29
Alkalien	111,24	76,43	34,79	30,02	81,22	143,00	—
Kieselsäure	3,11	19,25	—	1,13	1,98	340,00	—

Behufs Ergänzung jeder dieser Düngungen wird man zum Guano 126 Kilogr. nicht ausgelaugter Eichenasche, welche die 34,81 Kilogr. fehlender Alkalien giebt, mischen müssen; zu den Oelkuchen 226 Kilogr. dieser Asche, welche außer 81,22 Kilogr. Alkalien 16,62 Kilogr. Phosphate und in diesen 8 Kilogr. Phosphorsäure enthält: es bleiben dann noch 19,68 Kilogr. dieser Säure, welche man mit 76 Kilogr. aufgeschlossenen Knochenpulvers giebt; der Stallmist erfordert 60 Kilogr. desselben Knochenpulvers. Die öconomische Seite anlangend, sind die Kosten dieser Ergänzungsdünger folgende:

Guano	1470	Kilogr.	à 26 Fr.	382,20 Fr.	
Asche	126	„	à 3 „	3,78 „	
					385,98 Fr.
Oelkuchen	2119	„	à 13 „	275,47 „	
Asche	266	„	à 3 „	7,98 „	
Präpar. Knochenmehl	76	„	à 15 „	11,40 „	
					294,85 „
Stallmist	29400	„	à 86 Cent.	285,85 „	
Präpar. Knochenmehl	60	„	à 15 Fr.	9,00 „	
					294,85 „

184. An diesem Punkte unserer Forschungen angelangt, sind wir noch nicht gewiß, vollständig für den Unterhalt einer vorgeschriebenen Ernte gesorgt zu haben, da wir allein auf den löslichen Theilen der Düngemittel und nicht auf der ganzen Düngung hätten fußen sollen: so bleibt noch ein Umstand, welcher den gewünschten Verlauf der Erzeugung der Ernte bedingt, näher zu betrachten. Was geschieht z. B., wenn Regenmangel die Erde des zur Lösung des Humus und der Düngung nöthigen Wassers beraubt? Ein zu trockner Frühling wird ihre löslichen Theile in dem Augenblicke austrocknen lassen, wo die Temperatur die Vegetation weckt; die Pflanzen werden einer genügenden Ernährung ermangeln und sich nicht kräftig entwickeln.

185. Anderenfalls wird das zu nasse Feld oder die zu regnerische Witterung die löslichen Dünger zu sehr verdünnen, und nur durch Aufnahme einer überflüssigen Menge Wasser werden die Pflanzen sich mit einer zu kleinen Menge Nahrungssaft versehen können, während ein anderer Theil jener Dünge-

substanzen in den Untergrund gespült werden oder an der Oberfläche, wo er nach dem Trockenwerden sein Ammoniak verdunsten läßt, verweilen wird.

186. Auch die Temperatur wirkt auf die Dünger, sie beschleunigt oder verzögert deren Gährung und versetzt einen mehr oder weniger großen Theil ihres Gehaltes in löslichen Zustand.

187. Alle diese Einflüsse sind jedoch sehr veränderlich und können von dem Landwirthe nur unter der Rubrik von Wahrscheinlichkeiten in Ansatz gebracht werden, wenn er die durchschnittlichen Witterungsverhältnisse seines Bodens kennt. Andere und constantere treten auf jeder besonderen Fläche auf, und will man nicht in der Mehrzahl der Fälle in seinen Voraussichten getäuscht werden, so darf man von der Wirkung des Bodens auf die Düngung nicht absehen. So bemächtigen sich die an Thon, Ocker und Dammerde reichen Böden einer großen Menge Ammoniak, welche in ihnen sich bildet [137], und lassen die volle Wirkung der frischen Düngung erst hervortreten, wenn sie damit ganz gesättigt sind.

188. Auch giebt es eine physikalische Beschaffenheit des Bodens, welche die vollständige Ausnutzung des Düngers, (wir verstehen darunter seine Ueberführung in lösliche Form, welche als Wirkung der Gährung oder der Catalyse stattfindet), beschleunigt oder verzögert. Die Kalk- und Sandböden, d. h. alle die, welche durchlässig sind, gestatten der Luft leicht Eintritt in ihre Zwischenräume und beschleunigen jene Ueberführung so, daß die Pflanzen nicht vermögen, gleichen Schritt mit ihr zu halten; andere feste, thonige Böden lassen die Luft nicht circuliren und erhalten den Dünger und die Dammerde lange Zeit unversehrt. Diese beiden entgegengesetzten Eigenschaften erfordern, daß man auf den ersteren wiederholt und in kleinen Mengen oder mit weniger löslichen Stoffen düngt, und auf den letzteren lösliche, selbst flüssige Dünger, deren Bestandtheile der Pflanze unmittelbar zur Verfügung gestellt werden, anwendet.

189. Ueber diese Eigenschaften, welche der Berechnung sich entziehen, kann man nur durch comparative Versuche, welche

auf mehreren an einander grenzenden und mit verschiedenen Düngermengen versehenen Abtheilungen gegenüber einer ungedüngten angestellt werden, ein näheres Urtheil erhalten. Es ist dies eine vorbereitende Arbeit, welche jeder aufgeklärte Landwirth auf dem von ihm cultivirten Felde machen muß, und welche ein helles Licht auf alle von ihm zu unternehmenden Operationen werfen wird.

190. Die von uns oben [175 ff.] angedeuteten Berechnungen sind jedoch nur bei einjährigen Gewächsen, welche ihre Nahrung aus den oberen Bodenschichten schöpfen und bei der Schnelligkeit ihrer Entwickelung lösliche Nahrungsstoffe an der Oberfläche finden müssen, anwendbar. Sie sind es nicht in gleicher Weise bei ausdauernden, auf tiefgründigem Boden angebauten Gewächsen, zumal wenn dieser Boden mit organischen Substanzen versehen ist. Diesen genügt, daß sie im ersten Alter eine reichliche Ernährung, welche ihnen eine kräftige Constitution giebt und ihre oberen Wurzeln mit Nahrung versorgt, finden, und es wäre unnütz, ihnen den vollen Dünger, welchen ihre Zusammensetzung anzeigt, zuzuführen, da diesen die Pfahlwurzeln doch nicht erreichen können; sie finden vielmehr Mittel, aus dem Untergrunde eine große Menge ihrer Nahrung zu ziehen. So schöpft die Luzerne $\frac{2}{3}$ ihrer Nahrungsmittel, eine enorme Menge, welche bei den über die Sparsamkeit des Ammoniaks in der Atmosphäre vorliegenden Thatsachen nicht anderen Ursachen zugeschrieben werden darf, aus dem Boden.

Achter Abschnitt.

Fortsetzung des Ergänzungs-Düngers.

Das Wasser.

191. In dem vorhergehenden Abschnitte haben wir die Dünger im trocknen Zustande betrachtet, um sie unter einander vergleichen zu können, denn die von ihnen eingeschlossenen Mengen Wasser sind sehr schwankend. Doch haben wir nicht vergessen, daß das Wasser unter den für das Bestehen der Pflanzen unentbehrlichen Substanzen die erste Stelle einnimmt, und daß wir uns bemühen müssen, sie damit zu versehen, wenn der Boden oder die Atmosphäre ihnen die nothwendige Menge versagt.

192. Der Boden findet sich fern von dem Zustande, welchen wir als den der Vegetation zuträglichsten bezeichnet haben [104 ff.], entweder durch zu große Trockenheit als Folge des Ausbleibens der erforderlichen Regen und durch übertriebene, durch die Temperatur der Luft, das gewöhnliche Herrschen trockner Winde, den Mangel an Hygroscopicität der Boden-Bestandtheile, den Mangel an Cohäsion, welche die Durchlässigkeit vermehrt, durch die Farbe, welche die Wärmestrahlen absorbirt, bedingte Ausdünstung; oder er weicht durch ein Uebermaaß von Nässe von dem normalen Zustande ab, und dieses wiederum wird durch die den eben angeführten entgegengesetzten Ursachen und auch durch die Filtration des Wassers von höher gelegenen Flächen oder das Heraufdrücken der Quellen, durch eine zu geringe Tiefe, welche den überflüssigen Regen nicht ein genügendes

Reservoir, in dem sie sich verhalten könnten, bietet, endlich durch den Mangel an Gefälle, welcher ihren Abfluß verhindert, bedingt. Wir haben uns hier nicht mit den Mitteln der Boden-Entwässerung zu beschäftigen: davon werden wir bei der Betrachtung der Meliorations-Mittel sprechen; doch müssen wir die Mittel, sich das der Vegetation nöthige Wasser zu sichern, vorführen.

193. Indem wir die Mittel in Anwendung bringen, das Wasser nach Belieben herbeizuschaffen, zur Oberfläche oder nahe derselben zu führen, machen wir uns von den Mängeln und Launen der Witterung, von einer im Ganzen zu trocknen Lage, so wie von einer zufällig trocknen Jahreszeit unabhängig. Man erhält dieses Wasser durch Ableiten von Flüssen, deren Niveau über dem unserer Felder liegt; durch die Anlegung von Behältern, in denen die Wasser kleiner Bäche, der Quellen, oder die auf eine ausgedehnte Feldfläche fallenden Regenwasser sich sammeln; durch Bohrungen, welche dem im Untergrunde unter dem Drucke oberer undurchlassender Schichten gehaltenen Wasser Abfluß verschaffen. In diesen verschiedenen Fällen kommt das Wasser vermöge des Gefälles; liegt aber die Quelle, aus welcher man schöpfen will, unter dem Niveau der zu bewässernden Fläche, so ist eine mechanische Kraft (Menschen, Thiere, Wasserkraft, der Dampf, der Wind u. s. w.) anzuwenden, um das Wasser auf bie beabsichtigte Höhe zu heben. Die landwirthschaftliche Mechanik hat alle diese Operationen zu leiten, die Gesetzgebung aber muß die Ableitung des Wassers und seine Führung durch zwischenliegende Grundstücke begünstigen.

194. Die Bewässerung hat nicht alle Wirkungen des Regens. Dieser feuchtet beim Fallen die Luftmasse und erhält sie während einiger Zeit in einem Zustande, welcher die Verdunstung beschränkt und verzögert; die Bewässerung ist in trockenen Zeiten von einer lebhaften Verdunstung begleitet, welche die Aufnahme einer übermäßigen Menge Saft begünstigt, aber auch das Land rasch austrocknet, falls jene nicht oft erneuert wird. Der Regen wäscht und befreit die Pflanze, indem er aus der Höhe auf sie herabfällt, von den salzigen und erdigen

Inkrustirungen, welche der Saft bei der Verdunstung auf der Oberfläche der Blätter zurückläßt. Die Gärtner haben dies seit langer Zeit beobachtet; auch sie tragen, um die Pflanzen dieser Ablagerung zu entledigen, Sorge, das Gießwasser derartig in die Höhe zu spritzen, daß es in Tröpfchen auf die Blätter zurückfällt: sie nennen es das Brausen, franz. bassinage. Man beginnt, diese Operation in der Landwirthschaft nachzuahmen: die Engländer treiben das Wasser durch Maschinen oder das natürliche Gefälle in Röhren, welche an verschiedenen Stellen des Feldes zu Tage ausmünden; an die Ausmündungen wird ein Schlauch von Gutta-Percha geschraubt und mittelst seiner Führung das Wasser vertheilt; dies hat gleichzeitig die Wirkung der Bewässerung und des Brausens.

195. Die Wassermengen, welche in den einzelnen Fällen zur Erhaltung des vortheilhaften Feuchtigkeitsgrades des Feldes [112] erforderlich sind, schwanken nothwendig gar sehr je nach dem Klima, der Jahreszeit, der Natur des Bodens, seinem natürlichen Grade von Feuchtigkeit und der Art des Culturgewächses. In der Lombardei und in Süd-Frankreich beginnt die Wiesen-Bewässerung am 1. April und währt bis zum 30. September; man rechnet eine Bewässerung in je 15 Tagen für Böden, welche nicht über 0,20 Sand enthalten, und in je 8 bis 10 Tagen für diejenigen, welche 0,49 Sand enthalten, und setzt für jedes dem Boden beigegebene Prozent Sand 0,12 Tage mehr. In nebeligen und feuchten Lagen, wo die Verdunstung wenig thätig ist, dürfen die Bewässerungen weniger häufig sein; doch kann allein die Erfahrung oder der Versuch für jede Gegend zu genauen Vorschriften führen. Wenn man übrigens frei über das Wasser verfügen kann, so bindet man sich nicht an feste Zeitpunkte; der Regen, bedeckter Himmel, Mangel an Wind können dieselben aus einander rücken, wie die entgegengesetzten Umstände sie einander nähern können. Das richtige Anzeichen des Bedürfnisses nach Wasser geben die Blätter; sie neigen sich und welken, wenn der Boden in der Tiefe eines Spatenstiches trocken wird.

196. Die bei jeder Berieselung der Fläche nöthige Was

sermenge, jene als fast trocken vorausgesetzt, schwankt ebenfalls je nach den zu ihrer Vertheilung getroffenen Vorkehrungen und der Neigung des Bodens. Wenn man mittelst einer die ganze Oberfläche überziehenden Wasserdecke (Stau) bewässert, wird sie sich, wie leicht ersichtlich, um so rascher über das Terrain ausbreiten, je mehr Gefälle dasselbe hat; denn wäre es eben und das Wasser hätte wenig Anstoß, so würde es in den Boden versitzen und nur sparsam zur entgegengesetzten Seite des Feldes gelangen. Auf einem trocknen, fast ebenen Felde, welches durch Dämme in Streifen von 20 Meter Breite getheilt ist, erfordert eine gute Bewässerung einen 0,085 Meter ($3\frac{1}{3}$ Zoll rheinl.) hohen Wasserstau und somit 850 Cubikmeter Wasser auf 1 Hectar; die Wasserverluste erhöhen die Menge, welche durch den Sachverständigen hinzugeführt werden muß, auf 1000 Cubikmeter.

197. Wenn das Wasser in der Zeiteinheit zu schwach oder mit zu wenig Druck läuft, um mit fortgesetztem Vorrücken die Fläche zu bedecken und ohne durch Versitzen sich zu verlieren, oder wenn die Fläche zu geneigt ist, so daß dem Wasser nicht Zeit genug gelassen wird, einzuziehen, theilt man dieselbe durch Querfläche und mehr oder weniger einander genäherte Quergräben. Indem man den obersten füllt, läßt man ihn in der Richtung des Gefälles über Bord laufen, so daß das Wasser in Fäden über die erste, zwischen dem ersten und zweiten Gräbchen liegende Tafel sich ausbreitet. Wenn die erste Tafel genäßt ist, läßt man das Wasser in das zweite Gräbchen treten, aus dem es auf die zweite Tafel sich ausbreitet, u. s. w.

198. Findet jedoch der oben erwähnte Fall statt [197.] und ist das Feld eben, so beschränkt man sich darauf, allmählig die Gräben, welche die Tafeln umgeben, zu füllen; dann schleicht das Wasser unter der Boden-Oberfläche hin und steigt zu derselben vermöge der Capillarität empor. Auf diese Weise vertheilt sich das durch die Maschinen in Egypten, Indien und China geschöpfte Wasser; man schätzt bei dieser Methode die zur Bewässerung nöthige Wasserschicht auf 107,1 Milli-

meter (4 Zoll rheinisch) Dicke, d. h. auf 1 Hectar 1071 Cubikmeter.

199. Es genügt nicht, über eine beliebige Wassermenge verfügen zu können, um einen guten Erfolg vom Bewässern zu erhalten; sie muß auch die geeignete Beschaffenheit haben. Bei dem zum Bewässern bestimmten Wasser hat man zu berücksichtigen: 1) die Substanzen, welche es mechanisch mit sich führt; 2) die in ihm aufgelösten; 3) seine Temperatur.

200. Die im Wasser suspendirten Substanzen können so massenhaft vorhanden sein, daß es schlammig wird; ein solches darf man bei der Bewässerung von Wiesen nicht anwenden, außer etwa durch Infiltration, da es die Gräser verunreinigt. Dagegen wird man es gebrauchen können, um eine Fläche zur Ansaamung geeignet zu machen oder um Pflanzen mit hohen Stengeln, z. B. Weizen, Reis, Bäume u. s. w., zu bewässern, vorausgesetzt, daß die in Suspension erhaltenen Substanzen auf den Boden nicht ungünstig einwirken. So darf ein Wasser, welches viel sandige Theile mit sich führt, nicht auf einer schon zu sandigen Fläche, solches, welches Thon absetzt, nicht auf einem zu schweren Boden angewendet werden; außer zu Zeiten, wo sie natürlich geklärt sind, oder nachdem man sie zur Ruhe und zum Absitzen in Reservoiren angehalten hatte.

201. Ein Wasser aber, welches nur getrübt ist, hat, falls es Stoffe mit sich führt, welche die physikalische Beschaffenheit des Bodens verbessern, sehr glückliche Wirkungen auf die Vegetation, indem es ihm viel Dammerde zuführt. Dies erkennt man bei einem Vergleiche der von den Wassern der Sorgue (Departement de la Vaucluse) und von denen der Dürance bewässerten Wiesen. Die ersteren sind stets klar, die letzteren gewöhnlich trüb; der Heuertrag dieser beiden Wiesencomplexe verhält sich wie 6 zu 9, und während die Unkosten bei beiden dieselben sind, verhalten die reinen Einnahmen sich wie 1 zu 4. Die trüben Wasser von zuträglicher Natur sind daher den klaren in einer großen Anzahl von Fällen vorzuziehen.

202. Was die im Wasser gelösten Substanzen anbelangt, so wird man ihre Wichtigkeit aus der Thatsache entnehmen können,

daß bedeutende Wiesen an den Ufern der Mosel auf unfruchtbarem Grunde allein mit Hülfe der Bewässerung geschaffen worden sind. Allerdings ist es wahr, daß das Wasser ihnen in fast unbegrenzten Massen, welche bis zu 140,000 Cubikmeter im Jahre auf 1 Hectar steigen, zugeführt werden kann, indem es durch diesen aufsaugenden Grand sickert. Es ist nicht zweifelhaft, daß die Gewässer die den Pflanzen nothwendigen Nahrungsbestandtheile enthalten. Welche wunderbare Wirkung haben nicht auf den Grasländern von Charolais die vom Ur- und Uebergangsgebirge reich an Alkalien und stickstoffhaltigen Stoffen herabfließenden Gewässer! Die Schönheit des dort weidenden Viehes zeugt genugsam davon. Die von Kalkboden kommenden Gewässer haben nicht den gleichen Werth, es sei denn, daß sie über Grashänge fließen; ihre Wirkung beschränkt sich auf Boden, welcher selbst kalkreich ist, auf die Zuführung des den Pflanzen nöthigen Wassers.

203. Die Gewässer haben schädliche Wirkungen, falls sie den Pflanzen giftige Stoffe zuführen, wenn z. B. die gelösten Salze in Eisenvitriol, Arsenikverbindungen u. s. w. bestehen; dasselbe findet statt, wenn sie nicht als Gift, aber auch nicht als ernährend bekannte Salze, z. B. das Kochsalz, in Uebermaaß enthalten. Jedenfalls muß man das Wasser, welches einen starken Geruch hat, vermeiden. Auch dasjenige ist als schlecht zu betrachten, welches Seife nicht löst oder die in Wasser gelöste Seife als unlösliche Kalkseife ausscheidet. Gewisse Salze, vorzüglich aber Gyps, welcher sich auf der Pflanze, den Wurzeln oder den Blättern, durch Verdunstung ablagert, verstopfen ihre Kanäle und unterbrechen ihre Functionen. Die inkrustirenden Gewässer, d. h. diejenigen, welche anhaltende Ablagerungen an den Rändern der Kanäle und in ihren Leitungsröhren hinterlassen, sind der Vegetation ebenfalls schädlich: sie sind mit doppelt kohlensaurem Kalk erfüllt, welcher unlöslich wird, sobald er an der Luft einen Theil seiner Kohlensäure verliert. Sie können ohne Uebelstände getrunken werden.

204. Es giebt Wasser, welche nicht trinkbar sind, weil sie organische Stoffe enhalten, aber dessen ungeachtet, falls sie

nicht schädliche Salze führen, vortrefflich zum Bewässern sind. Das Gleiche gilt von den aus den Gossen der Städte oder den sehr dammerdereiche Districte durchfließenden Wässern. Man erkennt diese vortheilhafte Beschaffenheit, wenn man den bei der Verdunstung bleibenden Rückstand feucht erhält; er gährt bald unter Entwickelung von ammoniakalischem Geruche.

205. Die aus Torflagern und Haideland fließenden Gewässer sind gefärbt und geben viel Rückstand, ihr Extract gährt aber nicht und ihre Wirkungen auf die Vegetation sind nachtheilig.

206. Doch auch das in der Qualität beste Wasser ist den Gewächsen nachtheilig, wenn seine Temperatur gewöhnlich niedriger als diejenige, bei welcher die Vegetation der Gewächse und die Gährung der gährungsfähigen Stoffe beginnt, d. h. unter 12° C. ist. Die von den Alpen herkommenden Gewässer sind kalt und zur Bewässerung wenig geschätzt, bevor sie nicht eine lange Reihe wenig tiefer Kanäle durchlaufen und hier sich erwärmt haben.

207. Diejenigen, welche im Winter eine Temperatur von mehr als 12° beibehalten, werden im Mailändischen zur Bewässerung von Wiesen angewandt; letztere werden so während des ganzen Winters in einem üblichen Grade von Feuchtigkeit erhalten und produciren selbst in dieser Jahreszeit eine bedeutende Menge Kräuter. Sie führen den Namen marcite. Diejenigen, welche aus den Gossen Mailands hervorgehen, enthalten ebenfalls einen großen Reichthum, welcher die Anwendung von Dünger auf den von ihnen genäßten Wiesen überflüssig macht. Man kennt die Wirkungen der heißen Gewässer bei den warmen Bädern; der Abfluß der Waschwasser unterhält hier schöne Wiesen.

208. Der Werth des Besitzes von Wasser wird durch die seiner Anwendung zuzuschreibende Mehrproduction bestimmt. Dieselbe schwankt je nach dem Klima, der Art und dem Werthe der Ernten, für welche man es verwendet. So ist zunächst in dem Klima mit weniger häufigen Perioden der Dürre das Wasser weniger nöthig, als in dem, wo sein Bedürfniß jedes

Jahr auftritt; die Meteorologie befähigt, die Grundzüge der Witterung zu schätzen, und spendet die Resultate dieser Schätzung. Der Preis der mit Hülfe der Bewässerung erhaltenen Producte ändert auch den Grad ihrer Nützlichkeit: in den Ländern, in welchen das Futter in Ueberfluß vorhanden ist, hat der Ueberschuß an Heu, welchen man durch Bewässerung erzielen könnte, eine geringere Bedeutung, als in denjenigen, wo es selten und theuer ist. Endlich kann man die Bewässerung bei einer großen Anzahl von Culturen anwenden. Im Süden sichert sie das Resultat des dritten und vierten Luzerneschnittes, da diese oft durch die Sommerdürre bedroht werden. Das Erzeugniß wird dadurch um mehr als die Hälfte erhöht, die Bewässerung verdoppelt den Ertrag der Wiesen und verbessert die Qualität des Humus. Sie sichert die Getreideernten gegen die Frühjahrsdürre und vermehrt dieselbe [3]; indem sie gestattet, eine Zwischenernte nach der Sommerernte und vor der neuen Wintersaat zu gewinnen, vermehrt sie den Werth des Bodens um ein Viertel und oft um ein Drittel. Man sieht hieraus, wie sehr der Gebrauchswerth, welcher dem Wasser unter so verschiedenen Umständen beizulegen ist, schwankt.

209. Der Preis des in Kanälen aus einer höheren Lage herbeigeführten Wassers, d. h. die Arbeitskosten seiner Herleitung, würde allein sein reeller Werth sein, wenn einerseits alles Wasser, welches der Kanal zuleiten kann, nützlich verwendet und andererseits Concurrenz zwischen den Lieferern des Wassers hervorgerufen werden könnte. Am häufigsten jedoch mußte man die Kosten regeln, um sie gleichmäßig unter die verschiedenen Landbesitzer zu vertheilen, und daher rühren die von der öffentlichen Gewalt ertheilten Concessionen, welche oft die Ausführung dieser Werke in ein Monopol umwandelten. So groß jedoch ist die Unwissenheit, die Apathie der Bauern, welche diese Quelle des Reichthums nicht kennen oder nicht würdigen, daß es oft vorkommt, daß man erst nach einer ziemlich langen Reihe von Jahren dahin gelangt, sämmtliches Kanalwasser unterzubringen, und so das Monopol Verluste erleidet. Auch repräsentirt der Ertrag der Bewässerungen

fast niemals ihren Werth, weil die Berechtigten den Concessionaren das Gesetz vorschreiben, oder weil die öffentliche Gewalt ihre Arbeiten unterstützt hat, oder weil die ersten Unternehmer, nachdem sie zu Grunde gerichtet worden, schon vorgerückte Arbeiten zu niedrigen Preisen verkauft haben. Zu Mailand bedingt der Kanal de la Martesana für das einjährige Bewässern eines Hectar Wiese die Entrichtung von 9 Fr. 60 Ct., zu Salon bewässert der Kanal von Craponne für 5 bis 6 Fr., zu Arles für 22 Fr., im Departement Vaucluse der Kanal Crillon für 24 Fr., und die verschiedenen Kanäle der Sorgue für noch viel weniger.

Neunter Abschnitt.

Von den Dünge-Materialien.

210. Die natürlichen Ernten, die, welche lediglich durch den Humus des Bodens und die atmosphärischen Gase ernährt worden sind, können dem Landwirthe nicht genügen; derselbe weiß vielmehr, daß er mit derselben Arbeit durch Verabfolgung einer den zu erzielenden Erträgen angemessenen Menge Pflanzennahrung eine weit größere erhalten könne [161 ff.]. Er sucht sich daher Dünger zu verschaffen, sofern dessen Preis niedriger als der Ueberschuß der Ernte ist, welchen er von seiner Anwendung erwarten darf.

211. Man verschafft sich diesen Dünger entweder mit Hülfe von Gewächsen, welche auf dem Felde, das sie erzeugte, vergraben (Gründüngungen), oder zunächst von Thieren verzehrt und als thierische Auswürfe zurückgegeben werden (Mist); oder wenn diese dem Ertrage selbst entnommene Quelle nicht genügt, durch den Ankauf von organischen oder mineralischen Substanzen (Guano, Salpeter).

212. Da die Pflanzen nur Stoffe im flüssigen oder gasförmigen Zustande aufnehmen können, so dürfte ein Körper wohl die ihnen sehr nützlichen Stoffe einschließen, ohne den Namen Dünger tragen zu können, wenn er nicht mit befriedigender Ersparniß in löslichen Zustand überzuführen ist. Die Steinkohle schließt Ammoniak-Verbindungen ein, und doch denkt man nicht daran, sie unmittelbar zur Befruchtung des Bodens zu verwenden, da man so das Ammoniak zu theuer erhalten würde; wenn aber ein anderer Industriezweig andere Eigenschaften der Stein-

kohle benutzt, sie destillirt, aus ihr ein ammoniakhaltiges Wasser gewinnt, dies aber nur als ein Nebenprodukt betrachtet und der Landwirthschaft zu billigem Preise verkauft, so kann dieses ammoniakhaltige Wasser vielleicht mit Vortheil als Dünger angewendet werden.

213. Man nimmt die Dünger aus dem organischen und dem unorganischen Reiche. Man ist noch weit davon entfernt, alle Substanzen, welche als Dünger die Fruchtbarkeit der Erde erhöhen könnten, zu kennen. Die Fortschritte der Industrie haben mehrere erzeugt, deren Wirksamkeit man erkannt hat, welche aber wegen ihres hohen Preises nicht alle für die Cultur angenommen werden können; und wenn wir uns schon der Knochenkohle der Raffinerien, des Ammoniak-Wassers der Gasanstalten, des Schwefelcalciums der Fabriken künstlicher Soda bedienen, können wir doch noch nicht den Preis des Cyankaliums, welches durch Absorption des atmosphärischen Stickstoffs unter Mitwirkung des mit Kohle gemengten Kalis in einem stark erhitzten Cylinder dargestellt wird, wieder einbringen.

214. Indem wir die Tabelle der bekannten Dünger vorführen, erinnern wir an das oben [158] von uns Gesagte: daß in allen Böden und in allen Düngern die stickstoffhaltigen Verbindungen die seltensten und theuersten seien; wir haben ferner gesehen [53, 183], daß die Phosphate und die Sulphate in vielen Düngern und einer großen Anzahl Böden im Deficit vorhanden seien. Wenn wir demnach die Mengen Stickstoff und Phosphorsäure, welche die verschiedenen Dünger nach den Analysen von Boussingault, Payen und einigen anderen Autoren enthalten, vorführen, so bieten wir die sichersten Mittel zur Beurtheilung ihres relativen Werthes, namentlich wenn man diese Mittheilungen mit dem, was wir im folgenden Abschnitte über ihre specielle Wirkung, die Dauer ihrer Wirkung und ihren Kaufpreis sagen werden, zusammenhält. Eine vollständigere Analyse ist unzweifelhaft wünschenswerth, doch besitzen wir dieselbe nur von einer kleinen Anzahl Dünger; auch schwanken ihre secundairen Bestandtheile sehr in verschiedenen Pro-

ben derselben Species und in ganz anderen Verhältnissen als ihre wesentlichen Bestandtheile.

215. Namentlich aber weichen die verschiedenen Dünger durch ihren Wassergehalt sehr bedeutend unter einander und in den verschiednen Proben derselben Art ab. Man würde sie daher durchaus ungenau schätzen, wollte man sie nicht zuvor auf den trocknen Zustand zurückführen. So sehen wir, daß die Analyse des normalen Stallmistes [262] an einer Probe, welche 0,79 Wasser und 0,0041 Stickstoff enthielt, ausgeführt worden ist. Wollten wir uns an dieses Resultat halten, ohne die Feuchtigkeit des von uns anzuwendenden mit jener zu vergleichen, so wäre es ebenso möglich, daß er viel reicher, als daß er viel ärmer daran wäre; so würde er

bei 60	Kilogramm Wasser		0,0078 Stickstoff,
bei 85	=	=	nur 0,0029 =

enthalten; gehen wir aber von diesem auf die trockne Substanz berechneten Gehalte des Düngers aus, so haben wir eine feste, von dem Wassergehalte nicht abhängige Basis; dieselbe ist leicht zu gewinnen, indem wir ihn in seinem normalen Zustande wiegen, ihn im Wasserbade oder einfach auf einem Ofen trocknen, und die betreffende Berechnung ausführen. So enthielt der trockne Mist 2 pCt. Stickstoff bei 0,79 Wasser (100 : 2 = 21 : x; x = 0,42).

216. Um die Dünger einzutheilen, sind wir von zwei Gesichtspunkten ausgegangen: 1. dem Naturreiche, zu welchem sie gehören; 2. ihrem Ursprunge; so erhalten wir folgende kurze Uebersicht:

Thierreich	Excremente	des Menschen	1
		der Thiere	2
	andere nicht excrementirte organische Stoffe		3
Pflanzenreich	frische Pflanzen		4
	abgestorbene pflanzliche Substanzen		5
Mineralreich	chemische Producte		6
	Natur-Producte		7
Mischung von Substanzen verschiedener Reiche			8

217. Im Nachstehenden kommen folgende Abkürzungen in den beigesetzten Bedeutungen vor:

W. Wasser;
F. Dünger im feuchten Zustande;
FN. Stickstoff (nitrogenium) des Düngers im feuchten Zustande;
FP. Phosphorsäure des Düngers im feuchten Zustande;
T. Dünger im trocknen Zustande;
TN. Stickstoff des Düngers im trocknen Zustande;
TP. Phosphorsäure des Düngers im trocknen Zustande.

Zehnter Abschnitt.

Vorführung der Dünger.

Erste Klasse. — Menschliche Excremente.

218. Unter Excrementen verstehen wir das Gemisch der von den Eingeweiden und der Harnblase ausgeschiedenen Substanzen, also der festen Excremente und des Urins.

Der Einwohner Frankreichs wiegt im Mittel (Kinder und Erwachsene beider Geschlechter) 45 Kilogramm. Er verzehrt in den Nahrungsmitteln auf je 100 seines Gewichtes 0,627 Kohlenstoff und 0,0474 Stickstoff. Seine Excremente enthalten 0,024 Stickstoff, es treten also durch die Hautausdünstung 0,51 Stickstoff der Nahrung aus. In diesem Lande liefern 35,783,059 Menschen im Gewichte von 16,094,376 Metrischen Centnern (à 2 Zoll-Centner) täglich 386,457 Kilogramm und jährlich 141,056,800 Kilogramm Stickstoff in ihren Excrementen [1]). Doch treffen wir zum Auffangen dieser Massen nicht eben so sorgliche Vorkehrungen, wie die Chinesen: es wäre sehr wichtig, Nichts zu vernachlässigen, sich einen größeren Theil dieser Quelle zu sichern, und würde dies mit wenig Kosten möglich sein, die Düngermassen aber bedeutend vermehren.

Nachstehende Substanzen enthalten in 100 Theilen:

	W.	FN.	TN.	FP.	TP.
Gesammt-Excremente	91,0	1,51	16,78	1,90	2,85
Feste "	73,3	0,45	1,67	1,14	0,82
Urin	93,3	1,29	19,20	0,25	3,88

---

1) Im Königreich Preußen werden demzufolge bei der Einwohnerzahl von 16,935,420 (Ende 1852) jährlich 65,281,160 Kilogramm Stickstoff in den Excrementen ausgeleert. D. Uebers.

Zweite Klasse. — Excremente der Thiere.

1. Pferde.

219. Die vollständige Ration des Pferdes enthält für je 100 lebenden Gewichtes 0,87 Kohlenstoff und 0,031 Stickstoff. Seine Excremente enthalten 0,320 Kohlenstoff und 0,0258 Stickstoff, sie geben somit nur 80,6 pCt. des Stickstoffs der Nahrung zurück.

Die 1,544,677 Pferde, welche die Statistik Frankreichs aufweist, wiegen jedes im Mittel 400 Kilogramm, im Ganzen 12,357,416 Z. Ctr., geben also in den Excrementen 58,184,600 Kilogramm Stickstoff [1]). Ueber die Hälfte dieses Düngers geht auf den Straßen und auf dem Felde bei der Arbeit der Thiere verloren.

100 Theile enthalten:

	W.	FN.	TN.	FP.	TP.
Gesammt-Excremente	75,4	0,74	3,02	0,16	1,12
Feste „	75,3	0,55	2,21	0,18	1,12
Urin	79,1	2,61	12,50	0,00	0,00

2. Rinder.

220. Die vollständige Ration der Milchkuh enthält für je 100 lebenden Gewichtes 0,622 Kohlenstoff und 0,0261 Stickstoff. Die Excremente enthalten 0,254 Kohlenstoff und 0,016 Stickstoff; sie giebt somit nur 61,3 pCt. des Stickstoffs der Nahrung zurück; bei den Ochsen beträgt er 85 pCt.

Nach statistischen Aufnahmen sind in Frankreich:

				Stickstoff der Excremente.
2 Millionen	Ochsen,	durchschnittl. 413 Kgr. schwer,	in Summa	66,880,000 C.
5½ „	Kühe,	„ 240 „	„ „	77,088,000 „
2 „	Kälber,	„ 48 „	„ „	5,606,400 „
			im Ganzen	149,574,400 C.

---

1) Im Königreich Preußen werden demzufolge von den 1,564,808 Pferden (1852) jährlich 58,943,100 Kilogramm Stickstoff,

desgleichen von	685,089 Ochsen	22,910,900	Kilogramm
„	3,147,218 Kühen	54,011,400	„
„	1,427,973 Jungvieh	4,002,600	„
also vom Rindvieh jährlich		80,924,900	Kilogramm

Stickstoff in den Excrementen geliefert. D. Uebers.

Doch ist nicht dieser ganze Viehstand vollständig im Stalle gehalten; die Kühe gehen einen großen Theil des Jahres auf der Weide, und die Arbeitsochsen sind wenig im Stalle.

100 Theile Ausscheidungen der Kuh enthalten:

	W.	FN.	TN.	FP.	TP.
Gesammt=Excremente	84,3	0,41	2,59	0,09	0,55
Feste =	83,9	0,32	2,30	0,10	0,74
Urin	88,3	0,44	3,80	0,00	0,00

3. Schaafe.

221. Die vollständige Ration des Hammels beträgt für je 100 lebenden Gewichtes 0,880 Kohlenstoff und 0,036 Stickstoff. Die Excremente enthalten 0,50 Kohlenstoff und 0,032 Stickstoff, es giebt somit der Hammel 91 pCt. des Stickstoffs der Nahrung zurück. Diese Menge, welche aus den Versuchen von Jörgensen hervorgeht, scheint uns sehr bedeutend; nach ihm würde von allen Viehgattungen gerade der Hammel die geringsten Verluste des Stickstoffs seiner Nahrung zeigen. Beim Mutterschaafe findet ohne Zweifel nicht dasselbe statt, da dieses durch die Ausbildung der Lämmer und die Milchsecretion einen weit bedeutenderen Verlust bedingen muß. Vorausgesetzt, daß hier dasselbe Verhältniß wie bei der Kuh im Vergleiche zu den Ochsen stattfindet, erhalten wir folgende Zahlen [1]):

	Stückzahl.	Gewicht à Stück.	Gew. im Ganzen.	Stickstoff der Excrem.
Hammel	9,462,000	28 Klgr.	264,936,000 Klgr.	30,944,500 Klgr.
Schaafe	14,804,000	20 =	296,080,000 =	24,818,000 =
Lämmer	7,308,000	10 =	73,080,000 =	8,535,700 =
			634,096,000 Klgr.	64,298,200 Klgr.

Doch wird der größte Theil dieses Mistes auf der Weide gelassen.

100 Theile Ausscheidungen des Schaafes enthalten:

	W.	FN.	TN.	FP.	TP.
Gesammt=Excremente	67,1	0,91	2,79	0,43	1,32
Feste =	57,6	0,72	1,70	0,64	1,52
Urin	86,5	1,31	9,70	?	0,03

1) Im Königreich Preußen enthalten demzufolge die Excremente von $16\frac{1}{2}$ Millionen Schaafen, im Mittel 25 Kilogramm schwer, jährlich in Summa 48,180,000 Kilogramm Stickstoff. D. Uebers.

4. Schweine.

222. Die vollständige Ration des Schweines beträgt für je 100 lebenden Gewichtes 0,124 Kohlenstoff und 0,042 Stickstoff. Die Excremente enthalten 0,108 Kohlenstoff und 0,0268 Stickstoff, es giebt somit das Schwein 63,8 pCt. des Stickstoffs seiner Nahrung zurück [1]).

Die Statistik giebt 4,900,000 Schweine für Frankreich an, ihr mittleres Gewicht beträgt 91 Kilogramm, im Ganzen also 8,918,000 Z. Centner, welche in den Excrementen 43,618,000 Kilogramm Stickstoff geben.

100 Theile Ausscheidungen des Schweines enthalten:

	W.	FN.	TN.	FP.	TP.
Gesammt-Excremente	93,8	0,37	5,95	0,21	3,44
Feste "	84,0	0,71	4,40	0,61	3,89
Urin	97,9	0,23	11,00	0,04	2,09

5. Hühner.

223. Die Hühner verzehren auf je 100 lebenden Gewichtes 0,063 Stickstoff. Die Excremente enthalten 0,040 Stickstoff, somit geben die Hühner 63 pCt. des Stickstoffs der Nahrung zurück. Ein Huhn wiegt im Mittel 0,662 Kilogr., ein Hühnerstall von 100 Stück giebt demnach 9,49 Kilogramm Stickstoff.

100 Theile der Ausscheidungen des Huhnes enthalten:

W.	FN.	TN.	FP.	TP.
72,9	2,59	7,02	?	?

6. Tauben.

224. Dieselben verzehren für je 100 lebenden Gewichtes 0,100 Stickstoff. Die Ausscheidungen enthalten 0,083 Kilogramm Stickstoff, die Tauben geben somit 83 pCt. des Stickstoffs der Nahrung zurück.

100 Theile der Ausscheidungen enthalten:

	W.	FN.	TN.	FP.	TP.
Frisch von der Taube	61,8	3,48	9,12	2,24	5,88
Als Taubenmist, also trockne Taubenexcremente	9,6	8,30	9,02	5,31	5,88

---

1) Im Königreich Preußen enthalten demzufolge die Excremente von 2,034,500 Stück Schweinen 18,117,500 Kilogramm Stickstoff. D. Uebers.

7. Seidenraupen.

Die Untersuchung des Kothes der Seidenraupen ergiebt:

W.	FN.	TN.
14,29	3,28	3,48

8. Guano.

225. Der Guano ist ein auf den Inseln gebildeter und auf den Klippen an den Küsten mehrerer Länder, vorzüglich von Peru, Chili, Patagonien, Süd-Afrika u. s. w. abgelagerter Dünger, welcher aus dem Miste und den Ueberresten der Seevögel entstanden ist. Man findet ihn in Lagern von 20 Meter Mächtigkeit. Es wird mit ihm ein ausgedehnter und einträglicher Handel, namentlich nach England, wohin er 1851 bis zu 152 Millionen Kilogramm gestiegen war, getrieben. Den Namen Guano tragen Handelswaaren von sehr verschiedenem Werthe; einige derselben erregen, abgesehen von der durch natürliche Einflüsse hervorgerufenen inneren Verschlechterung der Qualität, lebhaft den Verdacht der Verfälschung. Somit darf der Guano mit Sicherheit nur gekauft werden, wenn er die Probe der Analyse ausgehalten hat. Es folgen hier die Analysen einiger Proben:

	W.	FN.	TN.	FP.	TP.
Guano von Peru, erste Sorte	11,5	13,95	15,75	19,5	22,0
Desgleichen, geringere Sorte	25,1	4,19	5,60	25,1	33,4
Guano von Afrika	25,0	6,19	5,25	12,7	17,0
Guano ältesten Ursprungs, auf den von den Vögeln besuchten Felsen gesammelt	14,2	16,90	20,30	8,7	9,74

9. Poudrette.

226. Die Poudrette wird aus getrockneten menschlichen Excrementen u. A. zu Bondy bei Paris dargestellt; der gehäufte Hectoliter wiegt 80 bis 85 Kilogramm.

W.	FN.	TN.
34,06	1,40	2,12

10. Flamändischer Dünger.

227. Der flamändische Dünger wird aus Menschen-Excrementen, Fettwasser und in Bütten zum Gähren gebrachtem

Wasser zusammengesetzt; er wird in der Nähe von Lille sehr häufig angewendet.

W.	FN.	TN.
80,7	2,85	14,67

11. Schweizer Gülle, Purin.

228. Die Gülle wird aus den Excrementen der Hausthiere durch Gährung in Gräben unter Zuthat von Wasser dargestellt.

W.	FN.	TN.
78,8	0,55	2,59

229. Indem wir uns auf den Menschen und die großen Hausthier-Gattungen beschränken, finden wir, daß deren Ausleerungen in Frankreich folgende Mengen von Stickstoff enthalten:

	Kilogr. Stickstoff.
von den Menschen	141,056,800
= = Pferden	58,184,600
= dem Rindvieh	149,574,400
= den Schaafen	64,298,200
= = Schweinen	43,618,000
	456,732,000

Es ergeben sich hieraus für jeden der 20 Millionen Hectaren Culturland ungefähr $22\frac{1}{4}$ Kilogramm Stickstoff, also weniger als die Hälfte des für eine gute Cultur erforderlichen [1]).

230. Nach unseren Beobachtungen empfängt der Boden auf zwei Dritttheilen Frankreichs jährlich nur 2,75 Kilogramm

1) Im Königreich Preußen betragen die entsprechenden Mengen:

	Stickstoff der Excremente.	
von den Menschen	65,281,160	Kilogramm
= = Pferden	58,943,100	=
= dem Rindvieh	80,924,900	=
= den Schaafen	48,180,000	=
= = Schweinen	18,117,500	=
	271,446,660	Kilogramm

Da Preußen 12,048,000 Hectare Acker, Gärten und Obstanlagen besitzt, so kämen danach auf 1 Hectar jährlich auch $22\frac{1}{4}$ Kilogr. Stickstoff durch obige Excremente; dies entspräche einer dreijährigen Düngung von $15\frac{7}{10}$ Fuder à 20 Centner. Da das Streustroh $\frac{1}{5}$ so viel Stickstoff enthält, wie die Excremente, so erhielte 1 Hectar circa 19 Fuder, was im großen Durchschnitt bei Weitem nicht der Fall ist, so daß wir uns auch bezüglich der Heimath zu den folgenden Betrachtungen des Verfassers hingezogen fühlen.
D. Uebers.

Stickstoff à Hectar oder alle sechs Jahr 16,512 Kilogramm, auf dem dritten Drittel jährlich 33 Kilogramm oder 100 Kilogramm alle drei Jahr, im Mittel des ganzen Landes aber jährlich 7,75 Kilogramm. Man verfügt also in Wirklichkeit nur über ein Dritttheil des producirten Düngers. Dies erklärt sich leicht durch den beträchtlichen Verlust an Menschendünger, die Abwesenheit des Arbeits- und Weide-Viehes von den Ställen, die dürftige Ernährung eines großen Theils desselben während der Zeit, in welcher es, ohne zu arbeiten, im Stalle steht. Man verfügt also nur über 155 Millionen statt über 516 Millionen Kilogramm Stickstoff. Die Stallfütterung würde das Uebel um einen großen Theil vermindern.

Dritte Klasse. — Organische Substanzen, welche nicht Excremente sind.

231. Wird das Blut sich selbst überlassen, so sondert es sich bald in zwei Theile: das flüssige Serum und das Fibrin, welches gerinnt. Man wendet es mit Wasser gemischt, namentlich mit einer verdünnten Lösung von Soda, welche seine Sonderung verhindert, an; auch mischt man es mit trockner oder kohlenhaltiger Erde, Eisenchlorür, Schwefelsäure, endlich auch in letzterer Zeit mit chlorigsaurem Mangan, dem Rückstande der Chlorbereitung: man erhält durch dieses letzte Verfahren einen vorzüglichen Dünger, welcher seinen Stickstoff stärker zurückhält, als das in der Hitze geronnene Blut; auch besitzt er den Vortheil, wegen seiner dunkleren Farbe gesuchter zu sein.

100 Theile Blut enthalten:

	W.	FN.	TN.	FP.	TP.
1. Das flüssige Blut	81,0	3,28	17,3	0,31	1,63

2. Man trocknet auch das Blut, nachdem man es durch einen heißen Luftstrom zum Gerinnen gebracht und gepreßt hat; dieses Präparat enthält in 100 Theilen:

W.	FN.	TN.
73,5	4,51	17,00

232. Die getödteten Thiere, mit Ausnahme der Schweine, deren Blut als menschliche Nahrung verwendet wird, geben in Frankreich 1,691,094 Kilogr. Blut und darin 292,559 Kilogr. Stickstoff.

233. 3. Das Muskelfleisch enthält:

W.	FN.	TN.	FP.	TP.
77,5	3,43	15,25	0,05	0,24

Man schneidet das Fleisch der gefallenen Thiere in Stücke und schichtet es mit Kalkhydrat; die Zersetzung ist nach Verlauf eines Monats vollbracht.

234. 4. Das gekochte Fleisch enthält:

W.	FN.	TN.
9,0	11,83	13,0

Man kocht es mit Dampf und trocknet es.

235. 5. Der getrocknete Stockfisch hat folgende Zusammensetzung:

W.	FN.	TN.
38,0	6,70	10,36

236. Die Fische können eine sehr wichtige Quelle, unsere Landwirthschaft mit Dünger zu versehen, werden. In Neuland und in einer anderen Fischerei läßt man ungeheure Mengen Fisch-Abfälle unbenutzt, trotzdem sie einen großen Werth haben. Außerdem verabsäumt man, eine große Zahl voluminöser Fische, deren Fleisch grob ist, welche aber große Fleischmassen zur Düngerfabrikation liefern würden, zu fangen. Man beginnt mit der Ausnutzung dieser bedeutenden Hülfsquellen sich zu beschäftigen.

	W.	FN.	TN.
6. Frischer Häring	76,6	2,74	11,71
7. Maikäfer	77,0	3,20	13,93
8. Puppen der Seidenraupe	78,5	1,94	8,99
9. Federn	12,9	15,34	17,61
10. Rindshaare	8,9	13,78	15,12
11. Horn	9,0	14,36	15,78

237. Die Lumpen zersetzen sich langsam; man bereitet aus ihnen einen Dünger in Pulverform, indem man sie mit einer schwachen Lösung von Potasche behandelt.

	W.	FN.	TN.	FP.	TP.
12. Wollene Lumpen	11,3	17,98	20,26		
13. Fettknochen	8,0	6,22	8,89	20,42	22,20
14. Knochenmehl			7,92		24,00
15. Feines Beinschwarz			1,32		33,50
16. Knochenkohle der Raffinerien	47,7	1,06	2,04	13,59	26,00
17. Desgl.			3,88		21,20
18. Rückstände der Knochenleim-Fabriken	8,2	10,90	11,88		

Vierte Klasse. — Frische Pflanzen.

238. Man baut häufig Gewächse allein in der Absicht an, sie unterzubringen und als Dünger wirken zu lassen; man bezeichnet dies mit dem Namen Gründüngung. Um diesen Zweck zu erfüllen, ist erforderlich: 1) daß die Gewächse zu den bereichernden gehören, d. h. zu denjenigen, deren Gebilde mehr stickstoffhaltige organische Substanz, als sie aus den löslichen Theilen des Bodens und des Düngers geschöpft haben, enthalten; 2) daß die durch ihren Anbau erhaltene Masse der Stengel und Blätter und ihr Gehalt an quaternären Bestandtheilen groß genug sei, um nach dem Preise anderer Düngemittel die Kosten, welche ihr Anbau verursachte, auszugleichen.

239. Um der ersten Bedingung zu genügen, wählt man Gewächse aus der Klasse der Leguminosen; so wendet man auf lehmigen Sandböden, namentlich wenn sie ockerhaltig sind, die weiße Lupine, welche auf Kalkboden nicht gedeiht, an. [Siehe Anhang Nr. 4.] Auf letzterem ersetzt man sie durch die Platterbse oder graue Erbse; bei Bologna erzeugt man die Hanfernten durch Unterbringung der Pferdebohne. Die Cruciferen liefern auch Gründüngungs-Gewächse; so cultivirt man zu diesem Zwecke im Elsaß und im Gebiete von Caux (Departement der Seine) die Wasserrübe, den weißen Senf und den Buchweizen, welchen man unterbringt, wenn seine Körnerernte keinen guten Ertrag verspricht. de Voght hat den Spörgel für die sandigen und feuchten Böden empfohlen; Francois de Neufchateau erwähnt, daß man in anderen Fällen des Tabaks sich mit Vortheil bedient habe. Der Reichthum der Stengel der

Madia an Stickstoff hat auf diese Pflanze aufmerksam gemacht, auch hat man das Unterbringen der Kürbisranken empfohlen. Die Gramineen und der Roggen, welchen Gilbert vorschlug, sind von dieser Anwendung wegen der geringen Fähigkeit, sich der dem löslichen Humus nicht angehörenden Bestandtheile zu bemächtigen, ausgeschlossen worden.

240. Die ökonomische Rücksicht ist die zweite, welcher man bemüht sein muß zu genügen. Dieser zufolge giebt es Verhältnisse, unter denen alle Gewächse, welche Cultur und einen theuren Saamenankauf verursachen, ausgeschlossen sind; bei anderen wiederum könnte es vortheilhafter erscheinen, sie zum Verfuttern abzufahren, so bei der Luzerne. Nehmen wir an, dieses Futter gelte à 100 Kilogramm nur 4 Fr., und man könnte es nicht zu einem höheren Preise verwerthen, wiewohl es 1,96 pCt. Stickstoff enthält, von diesem also 1 Kilogramm nahe an 2 Fr. kostet, während man ihn im Guano und in Oelkuchen mit 3 Fr. und darüber bezahlen muß, so würde seine Unterbringung als Dünger eine ökonomische Verwendung dieses Futtermittels sein. Bei den anderen von uns erwähnten Gewächsen muß man, nachdem die Gewißheit erlangt worden, daß das Clima und der Boden ihnen zusagt und ein reichliches Krautwerk zu erwarten sei, den Werth ihres Stickstoffs gegen die Kosten ihrer Cultur abwägen. Diese Kosten erwachsen aus dem Pflügen, Eggen, Mähen, Unterpflügen und dem Werthe des Saamens; letzterer Posten ist namentlich bedeutend, wenn die Körner groß und theuer sind.

241. Die Wirkungen der Gründüngungen sind ziemlich sicher, die von ihrer eigenen Feuchtigkeit durchdrungenen Pflanzen gähren rasch und befördern in demselben Maaße die Ernte. Sie hinterlassen danach dem Boden noch einen kostbaren Dünger für die folgenden Jahre, und es ist nur wunderbar, daß man nicht häufiger Gebrauch von der Gründüngung in den Ländern macht, in welchen der Mangel an Kapital ihnen den Vorzug vor dem Vieh giebt; in denen, wo der Viehstand häufig von seuchenartigen Krankheiten heimgesucht wird; und endlich in denen, wo man beginnt, ein von Futter entblößtes Gut zu be-

wirthschaften, in dessen Nähe man nicht eine Düngermasse, welche genügen würde, den Boden unverzüglich in einen befriedigenden Grad von Fruchtbarkeit zu versetzen, kaufen kann.

242. Die verschiedenen zur Gründüngung angewendeten Massen haben folgende Zusammensetzung.

100 Theile enthalten:

	W.	FN.	TN.	FP.	TP.
Lupinen in Blüthe	75	0,47	1,87		
Pferdebohnen	75	0,51	2,03	0,06	0,26
Klee in Blüthe	75	0,37	1,50	0,04	0,15
Spörgel	66	0,39	1,17		
Buchweizen	70	0,16	0,54		
Madia sativa	66	0,22	0,66		
Wasserrübe	80	0,74	3,70		
Schilfrohr	60	0,43	1,07		
Goémon Facus Sacharimus	46	1,38	2,20		
Facus digitatus	40	0,95	1,58		

Fünfte Klasse. — Abgestorbene pflanzliche Substanzen.

243. Die abgestorbenen pflanzlichen Substanzen werden als Streu unter dem Vieh verwandt oder sofort auf dem Felde untergebracht. Sie haben folgende Zusammensetzung.

100 Theile bestehen aus:

	W.	FN.	TN.	FP.	TP.
Stroh von Weizen	19,3	0,24	0,30	0,18	0,22
" " Roggen	12,2	0,17	0,20	0,13	0,15
" " Hafer	21,0	0,28	0,36	0,17	0,21
" " Gerste	11,0	0,23	0,26	0,18	0,20
" " Erbsen	8,5	1,79	1,95	0,06	0,07
" " Hirse	19,0	0,78	0,96		
" " Buchweizen	11,6	0,48	0,54		
" " Linsen	9,2	1,01	1,12		
" " Bohnen	9,0	2,10	2,31	0,21	0,23
" " Wicken	10,0	1,08	1,20	0,16	0,18
" " Reis	18,0	0,25	0,30		
" " Mais	21,0	0,19	0,24		
Trockne Stengel von Topinambur	12,9	0,37	0,43		
" " " Raps	12,8	0,75	0,86	0,26	0,30
" " " Nelken	13,5	0,95	1,10		
" " " Kartoffeln	76,0	0,55	2,30		
Kraut der Möhren	66,0	0,85	2,49		
" " Runkeln	89,0	0,04	0,45		

	W.	FN.	TN.	FP.	TP.
Blätter der Eiche	25,0	1,18	1,57		
= = Pappel	51,1	0,54	1,17		
= = Buche	39,3	1,18	1,91		
= = Acacie	53,6	0,72	1,56		
= des Maulbeerbaums	63,0	1,45	3,93		
Sägespäne von Tannenholz	24,0	0,28	0,31	0,01	0,03
= = Eichenholz	26,0	0,54	0,72	0,01	0,05
trocknes Rebholz	25,0	0,28	0,38		

244. Das Mark, das Fleisch und die Triebe, welche durch verschiedenen Ausfall beim Pressen, Gährung von Körnern und anderen Pflanzentheilen gebildet werden, liefern viel im Allgemeinen reichen Dünger.

Nachstehende Substanzen enthalten in 100 Theilen:

	W.	FN.	TN.	FP.	TP.
Lupinenkörner	8,5	3,98	4,35		
Malz-Keime	6,0	4,51	4,90		
Oelkuchen von Lein	13,4	5,20	6,00	3,32	3,83
" " Raps	10,5	4,92	5,50	3,88	4,34
" " Erdnuß	6,6	8,38	8,89		
" " Madia	11,2	5,70	5,06	3,40	3,83
" " Leindotter	6,5	5,52	5,93		
" " Hanf	5,0	4,21	4,78	1,03	1,08
" " Mohn	6,0	5,36	5,70		
" " Bucheckern	6,2	3,31	3,53	1,09	1,16
" " Nüssen	6,0	5,24	5,59	1,39	1,48
" " Sesam (Der weiße Sesam wird aus indischen, der schwarze aus egyptischen Körnern gewonnen.)	9,1	6,79	7,47		
" " Baumwolle	11,0	4,02	4,52		
" " Oliven	12,0	7,38	8,40		
Mark von Aepfeln	6,4	0,59	0,63		
" " Hopfen	73,0	0,56	2,23		
" " Weintrauben du Midi	48,2	1,17	3,31		
" " Weintrauben aus dem Elsaß	68,6	0,63	2,00		
Fleisch von Runkeln	70,0	0,38	1,26		
" " Kartoffeln	73,0	0,53	1,95		
Wasser der Stärkemehl-Fabriken	99,2	0,07	8,28		
" vom Hanfrösten			3,28		
" " Flachsrösten			2,24		

Sechste Klasse. — Chemische Producte des Mineralreiches.

245. Nachstehende Salze und chemische Producte enthalten in 100 Theilen:

	W.	FN.	TN.	FP.	TP.
Salpetersaures Kali			13,78		
„ Natron			16,42		
Chlorammonium (Salmiak)			26,46		
Schwefelsaures Ammoniak			21,37		
Phosphorsaure Ammoniak-Magnesia			15,82		41,6
Künstlicher Urin:					
Wasser 97,0					
Phosphors. Natron 2,5	97	0,15	4,3	1,32	44,1
Schwefels. Ammoniak 0,4					
Ammoniakal. Wasser der Gasfabriken		3,18	26,98		

Siebente Klasse. — Naturproducte des Mineralreiches.

1. Mit vorherrschendem Kalkgehalte.

246. Mehrere Naturproducte des Mineralreiches, in welchen die Kalkverbindungen vorherrschen, enthalten außerdem eine kleine Menge Ammoniak-Verbindungen: hierher gehören der Merl, Trez, Mergel; da sie mit einer mehr oder weniger großen Menge Sand oder Thon gemischt sind, kann man nur mittelst der Analyse die Kalkmengen, welche sie enthalten, feststellen.

247. Merl. Der Merl besteht aus Korallen-Trümmern, welche man an den Küsten von Cornwall und Devonshire in England, in Frankreich zu Belle-Isle, auf der Rhede von Brest, und vorzüglich in der Nähe von Morlaix (Dep. Finisterre) vom 15. Mai bis 15. October mittelst Schleppsäcken sammelt; er enthält in 100 Theilen 0,052 Stickstoff. Man wendet auf 1 Hectar alle 10 Jahr 16000 bis 20000 Kilogr. Merl an.

248. Trez. Der Trez besteht aus dem an den Flußmündungen, namentlich an der Küste des Kanals angesammelten Meersande; er enthält 0,014 pCt. Stickstoff.

249. Tang. Der Tang ist ein aus einer feineren Erde

als der Trez gebildeter Schlamm, man sammelt ihn an den Küsten der Normandie und der Bretagne; der Cubikmeter wiegt 1000 bis 1400 Kilogr. und enthält 0,34 bis 1,95 Kilogr. Stickstoff und 300 bis 600 Kilogr. Kalk. Man wendet ihn in Mengen von 6 bis 16 Cubikmeter auf dem Hectar alle 3, 4 oder 5 Jahr an. Für die Cerealien mischt man ihn mit Mist, auf Wiesen wendet man ihn auch allein und unvermischt, niemals aber im ersten Jahre seiner Förderung an, da man gefunden hat, daß er dann eine ungünstige Wirkung äußert.

250. Kalk-Hydrat. Man hat sich vor den hydraulischen Kalken, welche mit der Kieselerde des Ackers sich verbinden und unlöslich werden, zu hüten.

251. Mergel. Bevor man die chemische Analyse macht, muß man den Mergel durch Befeuchten zum Zerfallen bringen und mechanisch die Knöllchen von unlöslichem kohlensaurem Kalke davon trennen. Seine Wirkung kann man nur nach dem pulverförmigen Antheile berechnen.

2. Substanzen, welche Schwefel liefern.

252. Gyps. Man kann auf den Gehalt der Gypssteine oder des Gypses an schwefelsaurem Kalke nur in Folge der Analyse bauen, da sie, wenn sie nicht krystallisirt sind, viel fremde Bestandtheile enthalten.

253. Kiesige Asche der Picardie. Außer den schwefelsauren Verbindungen und verschiedenen fremden Substanzen enthält die kiesige Asche der Picardie auch im trocknen Zustande 0,70 pCt. Stickstoff.

254. Kiesige Aschen der Schmieden. Sie sind reich an Stickstoff-Verbindungen; sie enthalten oft 2,72 Stickstoff in 100 Theilen der trocknen Substanz.

255. Schwefligsaure Kalkerde. Diese Substanz ist ein Nebenproduct der Fabriken von künstlicher Soda.

3. Substanzen, welche Phosphate enthalten.

256. Die ausgelaugten und nicht ausgelaugten Aschen sind eine Quelle der Phosphorsäure; die unausgelaugten Aschen enthalten außerdem Alkalien. Nach Berthier sind in

den folgenden Aschen an Phosphorsäure auf 100 Theile trockner Substanz enthalten:

Weißbuche	8,8	bis	10,0	Goldregen	—	bis	18,4
Rothbuche	5,4	„	5,7	Kastanienbaum	—	„	1,9
Linde	—	„	2,8	Erle	7,7	„	11,0
Eiche	8,0	„	7,0	Tanne	1,8	„	4,4
Haselstrauch	4,8	„	5,5	Kiefer	1,0	„	5,0
Eichenrinde (Lohkuchen)	0,0	„	0,0	Weinrebe	7,8	„	43,2
Eiche, grün	0,0	„	2,8	Maulbeerbaum	1,8	„	11,6

257. Die Coprolithen sind phosphorsaure Kalkerde man findet sie in England und anderer Orten im grünen Sandstein; sie enthalten 5 bis 35 pCt. Phosphate.

4. Substanzen, welche lösliche Kieselerde enthalten.

258. Alle nicht ausgelaugten Aschen enthalten um so mehr lösliche Kieselerde, je alkalischer sie sind.

259. Die Feldspathe sind Silicate der Thonerde, des Kalis, Natrons oder Kalkes; in den den plutonischen Gesteinen angehörenden Feldspathen herrscht das Kali vor, dasselbe ist durch Natron oder Kalk in den vulkanischen vertreten.

Achte Klasse. — Mischungen von Substanzen verschiedener Reiche.

Mist.

260. Die aus Streu und Excrementen der Thiere zusammengesetzten Mistarten weichen nach der Natur und dem Verhältnisse der Streu zu den Excrementen, mit welchen jene gemischt ist, so wie auch der Wassermenge, von welcher sie durchdrungen sind, bedeutend von einander ab. Die Streu, welche den Boden, auf dem die Thiere liegen, deckt, besteht vorzüglich in Stroh, in Blättern, und auch in kieseliger und bisweilen gebrannter Erde. Man muß so viel wie möglich vermeiden, Erde anzuwenden, welche kohlensauren Kalk enthält, da dieser die Entwickelung und den Verlust des Ammoniaks der Excremente hervorruft; der mehr oder weniger sandige Lehm ist vorzuziehen, das schwefelsaure Eisenoxydul (Eisenvitriol) und der schwefelsaure Kalk tragen dazu bei, das Ammoniak zu binden.

261. Man nennt eigentlich Mist den Dünger, so wie er aus dem Stalle kommt. Wenn man ihn außer dem Stalle mit Erde mischt, um ihn zu conserviren, erhält er den Namen Compost.

262. Auch stellt man Dünger aus vegetabilen Substanzen dar, indem man dieselben durch eine möglichst innige Mischung mit animalen Substanzen: Horn, Excrementen, alkalischen Laugen, Purin u. s. w., zum Gähren bringt.

263. Man unterscheidet mehrere Arten Mist. Der normale Hofmist ist aus den vermischten Excrementen der verschiedenen Gattungen der auf dem Gute gehaltenen Thiere zusammengesetzt; dieser wurde von Boussingault beschrieben und bildet die Grundlage bei Vergleichungen der verschiedenen Mistarten. Diese letzteren bestehen in 100 Theilen aus:

	W.	FN.	TN.	FP.	TP.
1. Normaler Hofmist	79,0	0,42	2,00	0,21	1,00
2. Stallmist (v. Pferden)	60,6	0,79	2,08		
3. Englischer Hofmist			1,80		2,25
4. Mist aus Grignon	70,5	0,72	2,45	0,59	2,00
5. Jauffret's Dünger, dargestellt durch Gährung vegetabiler Substanzen, die mit Mistjauche und alkalischer Lauge begossen wurden	80,0	0,15	0,73		

Eilfter Abschnitt.

Behandlung des Stallmistes.

264. Da die Pflanzen die Stoffe, welche ihnen zur Nahrung dienen sollen, nur in Form von Lösungen aufnehmen, muß unsere erste Sorge sein, sie löslich zu machen, falls sie es nicht oder doch nur zum Theile sind. Es wird dies durch die verschiedenen Mittel, welche wir [117—119] unter dem Namen Katalyse beschrieben, durch die Gährung und die Fäulniß bewerkstelligt; danach finden sich die Elemente der Substanzen getrennt, oder vielmehr in lösliche Verbindungen, welche sogar fähig sind, als Lösungsmittel rein mineralischer Stoffe zu dienen, umgesetzt. In dem ersten Grade der Gährung, der Katalyse, findet eine langsame und mühsame gegenseitige Umsetzung der Elemente der Substanzen ohne Entwickelung und Entweichen von Gas und ohne sehr bemerkbare Erwärmung statt; die Holzsubstanz, die Zellulose, das Satzmehl setzen sich in Dextrin, Glucose und Zucker um. Bei einem weiteren Grade der eigentlichen Gährung ist die Erwärmung merklich, die Oxydirung lebhaft; die Substanzen entmischen sich, und ihre Elemente liefern Kohlensäure und Ammoniakgas, welche entweichen und verloren gehen. Im dritten Grade endlich, der Fäulniß, ist die Wärmeentwickelung bedeutend, die Verflüchtigung heftig; es bilden sich verschiedenartigere übelriechende Gase: Kohlensäure, Wasserstoff, Kohlenwasserstoff, Phosphorwasserstoff, Ammoniak u. s. w.

265. Die beste Zubereitung des Düngers wird diejenige sein,

welche die Löslichkeit ohne den geringsten Verlust an Nahrungsstoffen herbeiführt; diejenige, welche auf die einfache Katalyse sich beschränkt oder doch von derselben sich nicht bedeutend entfernt. Dies ist das Verfahren der Natur, um der jungen Pflanze die Nahrung zu bereiten. Der Keim, ein stickstoffhaltiger Körper, ist an die Spitze des Saamenkornes gelagert, einer engen Oeffnung, durch welche er mit der äußeren Luft in Berührung treten kann, gegenüber; die Masse jedes gesäeten Kornes ist wenig beträchtlich und isolirt. Sobald die Temperatur die erforderliche und das Korn durchfeuchtet ist, erhält der Keim die Eigenschaften des Ferments und den Namen Diastase, und unter seinem Einflusse verwandelt sich das Satzmehl in Dextrin und Zuckerstoff verschiedener Art, welche in Folge ihrer Löslichkeit durch die Pflanzenwürzelchen aufgesogen werden können.

266. Diese theoretische Trennung der Gährung in drei verschiedene Stufen findet jedoch in der Natur nicht gleich scharf und regelmäßig statt. So wird die Dammerde im Innern der Erde gleichzeitig von der Katalyse und der Gährung ergriffen; es bilden sich dort zuckrige Verbindungen, aber auch Kohlensäure [117, 118]. Die Luft und der Sauerstoff dringen in gewisse, durchdringbare Theile des Bodens ein; sie gelangen nur mit Mühe in andere festere Theile. Dies zeigt sich auch bei der Düngerbereitung oft: ungeachtet unserer Bemühungen, die Gährung in den Grenzen der Katalyse zu erhalten, wird sie stets zum Theil etwas weiter vorschreiten; wir sind nur im Stande, den Verlust der befruchtenden Verbindungen, welchen sie nicht verfehlt hervorzurufen, zu beschränken.

267. Um dies zu bewerkstelligen, muß man 1) die gährungsfähigen Substanzen vereinzeln, so daß sie nicht eine zusammenhängende Masse bilden; 2) sie bei einer wenig erhöhten Temperatur, von 12 bis 15°, erhalten; 3) den Zutritt der Luft erschweren, ohne ihn völlig abzuschneiden. Zu diesem Zwecke mische man die so viel wie möglich vor der beginnenden Gährung bewahrten Substanzen in geschlossenen Gruben mit dem sieben- bis neunfachen ihres Volumens an Wasser. Diese Gruben werden

vor dem Einflusse der äußeren Temperatur durch ihr Einsenken in die Erde, so wie durch andere leicht zu treffende Vorkehrungen geschützt; sie erhalten Luft nur durch Ventile, welche sich öffnen, um die Ausdünstungen und Gase entweichen zu lassen, wenn deren Druck stark genug ist, um sie zu heben. Es sind dies dieselben Bedingungen, welche man bei der Bereitung der flüssigen Dünger in den am meisten vorgeschrittenen Farmen Schottlands herbeizuführen sucht. Wir haben diese selbst festgestellt, indem wir trocknes Heu mit dem neunfachen Volumen Wasser in einem Ballon bei einer mittleren Temperatur von 12° so aufbewahrten, daß der eingeriebene Stöpsel frei spielen und sich vor dem inneren Drucke der Gase und Ausdünstungen heben konnte. Es fand eine langsame Katalyse und sehr geringe Gährung lediglich mit dem Geruche des Humus statt; Kohlensäure wurde fast gar nicht entwickelt, und nach drei Monaten hinterließ die mit den löslichen Bestandtheilen des Humus versehene Infusion bei der Verdunstung im Wasserbade einen Rückstand, welcher zufolge der chemischen Analyse alle stickstoffhaltigen Verbindungen des Humus enthielt. Es blieb ein Caput mortuum von Holzfaser zurück, welches zur Verbesserung des Bodens dienen kann.

268. Wenn man dieses Verfahren in den Ställen in Anwendung bringt, muß man Sorge tragen, alle Ausleerungen in dem Maaße, wie sie erscheinen, und bevor die warme Luft sie in Gährung und Fäulniß versetze, in reichlichem Wasser zu sammeln. Die Anwendung flüssiger Dünger wurde im Jahre 1712 in dem Canton Zürich eingeführt, man läßt dort jedoch die Substanzen zu lange Zeit unter den Thieren liegen. Fügt man eine zu geringe Menge Wasser, welche nach Maurice nur bis zum dreifachen Gewichte des Mistes beträgt, hinzu, so daß sie schlecht bedeckt werden und zu viel Luft erhalten, so tritt schon eine zu lebhafte, durch den Geruch angezeigte Gährung ein. Um den, unter diesen Umständen bedeutenden Verlust an Ammoniak zu vermeiden, wenden die Schweizer oft Schwefelsäure an, welche sie in die Gruben gießen.

269. Man kennt den Ruf des flamändischen Düngers.

Er besteht aus einer Mischung von Menschen-Ausleerungen mit dem Wasser der Haushaltungen, der man, um sie reichhaltiger zu machen, bisweilen Oelkuchen hinzufügt und sie mit der sechsfachen Menge Wasser verdünnt. Doch werden diese Ausleerungen aus den Abtritten genommen, also nachdem sie schon in Fäulniß getreten sind, sie setzen diese in den Gruben fort, und so verbreitet denn auch der flamändische Dünger einen fauligen Geruch.

270. Die flüssigen Dünger bieten zahlreiche Vortheile dar; sie führen den Pflanzen in Wasser gelöste Stoffe, welche diese sofort nutzen können, zu. Mit solchem Dünger genetzt, erholen sich die Pflanzen, ihr Grün wird tiefer, ihre Entwickelung rascher; der feste Dünger dagegen, dessen einer Theil unlöslich ist, gährt nur mit Unterbrechung und unvollkommen, je nachdem eine trockne oder nasse, kalte oder heiße Witterung herrscht, so daß die Ernten, welche er erzeugt, stets nur von einem Theile seiner Bestandtheile unterstützt werden. So kann das Kapital des flüssigen Düngers zwei- oder dreimal in derselben Zeit umlaufen, in der es nur einmal in der Form von festem Dünger zurückkehrt.

271. Der Vorzug dieser Form wurde schon von Mathieu de Dombasle anerkannt, als er einer Tonne von 16 bis 18 Hectoliter Purin, welches mit dem Neunfachen seines Gewichtes Wasser verdünnt war, einen Werth von 3 Fr. und den von 5 Fr. den 750 Kilogr. Mist, welche ihm zu Grunde lagen, gab. Da der Stickstoff der 750 Kilogr. Mist 3 Kilogr. betrug, und der letztere nur 200 Kilogr. trockne Substanz mit 2,80 Kilogr. Stickstoff enthielt, so würde die gleiche Dosis flüssigen Düngers eine Wirkung von $\frac{30}{28}$ gegenüber der des festen Düngers haben. — Die Schätzungen dieses Autors sind durch den directen Versuch bestätigt worden. Barber düngte zwei Theile einer Wiese, den einen mit festem, den anderen mit derselben Menge festen, zuvor in flüssige Form gebrachten Düngers; er erntete unter dem Einflusse des letzteren vier- bis fünfmal mehr Heu. Moll, Professor am Conservatorium der Künste und Gewerbe, theilt uns mit, daß man an der Waal

bei Roggen und Kartoffeln die gleichen Ernten durch 44- bis 46000 Kilogr. gewöhnlichen Purins und 60000 Kilogr. Mist erhält. Diese Düngermengen verhalten sich nach ihrem Gehalte an Stickstoff mindestens wie 1 zu 9. Derselbe hat bei der Rübencultur gleiche Erfolge von der Anwendung von 56000 Kilogr. Mist mit 22,4 Stickstoff und von 210 Kilogr. Menschen-Excrementen, welche mit dem Zehnfachen ihres Gewichtes an Wasser verdünnt worden waren, mit 0,94 Kilogr. Stickstoff beobachtet. Hier würde das Verhältniß nur wie 1 zu 24 sein.

272. Man kann die flüssigen Dünger zu allen Zeiten des Jahres und bei allen Lebensabschnitten der Pflanzen anwenden, wenn nur die Erde nicht zu trocken ist, so daß sie den Dünger bei seinem Eindringen absorbirt und ihn verhindert, bis zu den Wurzeln vorzudringen. Dies aber ist ein ungeheurer Vortheil, denn die Vegetation hat ihre Zeiten der Thätigkeit und der Ruhe. Die Vegetation des Roggens zum Beispiel, welche mit dem Keimen beginnt, muß zur Zeit desselben eine reichliche Düngung finden; danach steht sie im Winter still und beginnt nur langsam wieder, wenn die mittlere Temperatur bis 6° steigt; sobald sie aber 12° erreicht, erwachen die Lebensfähigkeiten der Pflanze wieder, sie wächst schnell, und je mehr flüssigen Dünger man ihr zuführt, um so beträchtlicher ist ihre Entwickelung. Zur Zeit der Blüthe tritt eine neue Krisis ein; dann geht die Entwickelung in der Aehre vor sich, es bildet sich hier der Saame. Wenn wir zu diesen verschiedenen Epochen eine reichliche und vollständig hergerichtete Düngung zuführen können, so werden ihre Erfolge ganz andere sein, als wenn wir während des ganzen Verlaufes der Entwickelung eine gleichförmige und beschränkte Menge löslicher Substanzen geben. Im ersteren Falle folgen wir der Entwickelung der Pflanze auf ihrem Gange, wir unterstützen sie kräftig bei jeder ihrer Anstrengungen; im anderen Falle scheinen wir zu glauben, daß das Leben einen einförmigen Verlauf habe, und bekümmern uns nicht um seine Ungleichheiten. Reichet eurem Kinde gewohnheitsmäßig die Hand, um ihm gehen zu helfen; sie wird ihm nicht die Kraft geben, ein Hinderniß zu übersteigen, wie es die richtigere Un-

terstützung, welche ihr ihm in dem Augenblicke, wo es einen Sprung thun will, gebet, thun würde.

273. Die Schattenseiten der flüssigen Dünger bestehen in den zur Unterhaltung der Reservoire und Einrichtung der Ställe erforderlichen Auslagen, vorzüglich aber in der acht- bis neunmal größeren Masse dieses Düngers gegenüber dem trocknen, wodurch der Transport in gleichem Verhältnisse vermehrt wird. Fügen wir hierzu die Schwierigkeit des Transports auf dem in vollem Wuchse stehenden und feuchten Felde, wo der Wagen und die Pferdehufe Verheerungen anrichten müssen, so fühlen wir uns gezwungen, auf einen der größten Vortheile dieses Düngers, den, auf die verschiedenen Phasen des Lebens der Pflanzen vertheilt zu werden, zu verzichten. Wie groß immerhin der Grad der Vollkommenheit, welchen die Deutschen der Construction der für den Transport und die Vertheilung des Düngers bestimmten Wagen gegeben haben, sein mag, so wiegt sie diese Nachtheile nicht auf.

274. Mr. E. Chadwick [1]) ist derjenige, welchem man die neue Methode des Transportes der flüssigen Dünger, welche auf den vollkommensten Farmen Englands zur Anwendung gebracht worden ist und von dort sich ohne Zweifel bald überall dahin, wo man deren Nützlichkeit einsehen wird, verbreiten muß, verdankt (s. Anhang V.). Seine Erfindung besteht darin, den flüssigen Dünger auf ein noch über dem höchsten Theile des Feldes, auf welches man ihn will gelangen lassen, gelegenes Niveau zu heben; ihn unter diesem Drucke mittelst gegossener oder anderer widerstandsfähiger Röhren in Brunnenstuben, welche auf dem Felde angebracht sind, zu leiten; diese durch einen Hahn mit biegsamen Röhren von Gutta-Percha zu verbinden, und mittelst der letzteren von Arbeitern, welche sie handhaben, den continuirlich aus denselben tretenden Strahl des Düngers auf

---

1) Dem deutschen Landwirthe ist vor Allen Mr. Kennedy und seine Myer-Mill-Farm durch die erfolgreiche Anwendung des flüssigen Düngers zuerst bekannt geworden. Man vergleiche über diese interessante Düngungs-Methode: „Dr. E. Hartstein, Vom englischen und schottischen Düngerwesen.“ D. Uebers.

die Oberfläche des Feldes verbreiten zu lassen. Am Ausgangspunkte wird der Dünger von den Cisternen auf die erhöhten Reservoire, den Wasserthurm, mittelst Dampf- oder Pferde-Pumpen gehoben. Es wird mit großem Vortheile verknüpft sein, die Wirthschaftsgebäude der Güter an einer Stelle, welche die Felder beherrscht, aufzuführen, da man dann letztere mechanische Verrichtung erspart; nur muß man sicher sein, an dieser Stelle die zur Bereitung des Düngers nöthige Menge Wasser, für je 1 Hectar 55 bis 60 Cubikmeter, zu finden.

Die Transportkosten würden auf einem Gute von 95 Hectaren, bei einer zurückzulegenden mittleren Entfernung von 150 Meter, bei flüssigem und festem Dünger sich wie 100 zu 16 verhalten; dieser Unterschied im Preise würde jedoch vor den höheren Vortheilen, welche man aus den flüssigen Düngern zieht, verschwinden, wenn man bedenkt, daß selbst ihr Transport zu Wagen, dessen Kosten fast die zehnfachen der des trocknen Düngers sind, noch vortheilhaft erscheint.

275. Von den Grundsätzen, welche wir entwickelt haben [267], ausgehend, wird man die festen Dünger bereiten, indem man die Substanzen vor der Luft durch Zusammenpressen, welches ihren Durchgang hemmt oder beeinträchtigt, oder durch Schichtung mit Substanzen, welche ihren Sauerstoff beim Eintritte und das Ammoniak beim Austritte absorbiren, schützt. Dies war nicht die Methode, welche man bisher befolgte, und unberechenbar sind die enormen Mengen fruchtbarer Gase, welche durch die Fehler der Fabrikation verloren gingen und in jedem Jahre noch verloren gehen. Man mischt in der That die Ausleerungen der Thiere mit einer Streu, welche den flüssigen Theil mangelhaft aufnimmt und die festen Theile locker und der Luft von allen Seiten zugänglich erhält; man entführt häufig den Mist, indem man ihn zerstreut, und man bringt ihn auf gewöhnliche Haufen, ohne ihn zu pressen: in diesem Zustande bleibt er den Einwirkungen der Sonne und der Winde ausgesetzt und am aller häufigsten vertraut man ihn einer Grube an, welche sämmtliche Dachtraufen aufnimmt und, wenn sie gefüllt ist, den werthvollsten Extract des Mistes davon fließen läßt. Durch Be-

gießen und häufiges Umwenden erhält man ihn in einem unausgesetzten Zustande der Gährung und sucht das Streustroh in Dammerde zu verwandeln, ohne zu bedenken, daß die Gährung, bevor sie derartig auf die Holzfaser einwirkt, bei den Excrementen und dem Harn beendet sein und das Ammoniak aus denselben vertrieben haben muß. Wir haben a. a. O. gezeigt, daß durch diese Behandlung der Mist die Hälfte seiner Masse und 0,65 seines Stickstoffs verliert; und Payen hat dargethan, daß der Harn 0,70 seines Stickstoffs in vierunddreißig Stunden einbüßen kann.

276. Man hat die Mängel dieser Zubereitungsweise gefühlt und gesucht, sie abzustellen, indem man dem Misthaufen gegen den Wind und die Sonne durch Mauern und Bedachung Schutz verschaffte; indem man die von den umliegenden Gebäuden rinnenden Regenwasser verhinderte, auf die Düngerstätte zu fließen; indem man an die Stelle der Gruben, in welche er versenkt wurde, eine Fläche setzte; indem man den Haufen in dem Maaße, wie er höher wurde, zusammenpreßte und zu diesem Zwecke selbst das schwere Vieh auf denselben treten ließ; indem man ihn mit der Jauche, welche ihm entstammt und welche man in einer Grube auffing, begoß, um seine Feuchtigkeit zu erhalten und ihn zu verhindern, sich zu erhitzen und zu lebhaft zu gähren; indem man sich wohl hütete, ihn vor der Verwendung umzuarbeiten. Dies sind die wirklichen Fortschritte; sie genügen aber noch nicht vollständig den Anforderungen der Wissenschaft.

277. Später war man bemüht, das Ammoniakgas, welches aus dem Miste entweicht, zu fixiren, indem man ihn mit durch Wasser verdünnter Schwefelsäure oder mit einer Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydul begoß oder ihn mit schwefelsaurem Kalk bestreute. Bréant, Payen und Chevalier haben diesen Vorgang zuerst bei den Ausleerungs-Stoffen angewandt, und Schattenmann hat zuerst Gebrauch davon bei dem Miste gemacht. Wir haben das wenig Oekonomische des schwefelsauren Eisenoxyduls und die unvollkommene Wirkung des schwefelsauren Kalkes gezeigt. Salman hat vorgeschlagen, den Mist mit Koh-

lenpulver, herrührend von der Verbrennung von Flußschlamm, von Stadtkoth, von Dammerde u. s. w., zu bestreuen. Diese Methode ist gut, wenn man sich diese Substanzen leicht verschaffen kann. Die neuesten Versuche von Payen haben bewiesen, daß das wirksamste Mittel, Ammoniak zu fixiren, sei, den Mist im Stalle oder auf der äußeren Stätte mit Kalkhydrat, Thon, gebranntem Thon zu bestreuen, und daß die Kreide, der Mergel und das Stroh die Zersetzung im Gegentheile beschleunigen.

278. Um den Mist methodisch und mit Sparsamkeit zuzubereiten, ist es nöthig, die Ausleerungen auf einem Lager von absorbirenden und conservirenden Substanzen, z. B. gebranntem Thon, aufzufangen und sie noch in Zwischenräumen damit zu bedecken, so oft es nöthig ist, um das Lager der Thiere trokken und rein zu erhalten. Man muß vermeiden, daß die Erdstreu in einen teigartigen Zustand übergehe: die Thiere drücken ihre Füße in dieselbe und ziehen sie mit Anstrengung wieder heraus; zu Mettray glaubte man zu bemerken, daß diese Unbequemlichkeit bei den Kühen das Verwerfen verursachte. In dem Maaße, wie so Ausleerungen und erdige Substanzen allmählig zu einander gebracht werden, muß begreiflicher Weise das Lager der Thiere steigen, und in demselben Maaße ist man genöthigt, die Raufen und Krippen, welche beweglich gemacht sind, zu heben; in den Ställen, deren Decke niedrig ist, kann der Stand der Thiere unter das Niveau des Fußbodens vertieft werden. Der so behandelte Mist kann mehrere Monate unter diesem liegen bleiben, ohne Nachtheile für das Vieh, denn er verbreitet durchaus keinen Geruch, und zum Vortheil für seine Qualität, denn da er beständig gepreßt und getreten wird und mit wenig durchdringlichen Substanzen umgeben ist, macht sich nur eine langsame Katalyse und keine Gährung geltend. Diese Methode, welche in den vorgeschrittenen Ländern beginnt sich zu verbreiten, und deren Initiative Decrombecque in dem Pas-de-Calais ergriffen hat, läßt den Mist von den Wirthschaftshöfen verschwinden und erhält diese in einem Zustande der Reinlichkeit, welcher mit ihrem jetzigen Gestanke sehr in Widerspruch steht.

279. Bei einer anderen Behandlungsweise des Düngers unterdrückt man vorläufig die Gährung, indem man ihn in dem Maaße, wie er producirt wird, austrocknet. Dieses Mittel kann in den südlichen Gegenden häufig angewandt werden; es enthebt jeder anderen speciellen Vorrichtung, erfordert jedoch ein häufiges Räumen der Ställe. Man setzt die Ausleerungen und die Stroh- wie Erd-Streu der Sonne aus, und im Sommer genügt ein einziger Tag, um sie vollständig zu trocknen; alsdann bringt man sie in Haufen und hebt sie hier bis zum Gebrauche auf. Im Falle die Austrocknung nich vollständig gewesen war, erwärmt sich der Haufen und kommt in Gährung, wobei sich eine weiße Schimmelbildung einfindet, welche auf Kosten der düngenden Bestandtheile lebt und die Qualität des Mistes verschlechtert. Es ist deshalb von großer Wichtigkeit, den Misthaufen, welchen man bildet, zu überwachen und ihn, falls seine Temperatur über die umgebende äußere steigt, zu öffnen und gründlich zu trocknen. Wenn die Zeit der Verwendung dieses Mistes herannaht, kann man die Haufen naß machen; es beginnt dann bald eine Gährung, welche man unterbricht, indem man ihn auf das zu düngende Feld fährt.

280. Tüchtige Landwirthe haben auch angerathen, den Mist von jedem Tage sofort auf das Feld zu bringen. Diese Praxis kann gut sein, wenn man ihn sofort in einen Boden bringt, der von Natur geeignet ist, die Gährung zu verzögern und die Gase, welche sich entwickeln, zurückzuhalten. Anders wäre es auf einem leichten, der Luft leicht zugänglichen Boden oder auf solchem, welcher kohlensauren Kalk in gewissen Verhältnissen einschließt. Auch läßt sich einwenden, daß diese häufigen Transporte und diese beständigen Arbeiten, welche auf einem Gute gewöhnlicher Größe einen Arbeiter nicht den ganzen Tag beschäftigen, die Regelmäßigkeit der Arbeiten stören und Ungleichheit in der Düngung der verschiedenen Streifen, welche den Mist vor mehr oder weniger langer Zeit empfingen, erzeugen würden; so ist denn auch diese Methode mehr gerühmt als befolgt worden.

281. Der Jauffret-Dünger, so genannt nach dem Namen

desjenigen, welcher ihn angepriesen hat und dann glaubte, ihn erfunden zu haben, ist seit undenklichen Zeiten in den Theilen unseres Südens, wo man sich pflanzliche Stoffe, Rohr, Wassergewächse, Wurzeln u. s. w., in Ueberfluß verschaffen kann, bekannt und angewendet. Diese Materialien enthalten viel Holzfaser; es ist nöthig, sie in Gährung zu versetzen, um sie zu zerstören. Neben einem Graben oder einer Senkgrube, wo man sich Wasser verschaffen kann, legt man den Haufen aus diesen Pflanzengebilden an; man begießt ihn in dem Maaße, wie er wächst, mit reinem Wasser, oder besser mit Wasser, in welchem man Stallmist ausgelaugt hatte, und auch mit alkalischen Waschwassern der Art, wie von Jauffret vorgeschlagen worden ist. Der Haufen erwärmt sich, und man hat Mühe, die Erhöhung der Temperatur durch häufiges Begießen zu mäßigen. Nach Verlauf von etwas mehr oder weniger als einem Monat enthält die Masse genug lösliche Stoffe, um mit Vortheil angewandt werden zu können.

282. Wir können diesen Abschnitt der Düngerbereitung nicht schließen, ohne zu erwähnen, daß die in den Knochen und Coprolithen bleibenden Phosphate in reinem Wasser unlöslich, dagegen in kohlensäure-haltigem Wasser löslich sind, daß es aber schwierig ist, sich eine genügende Menge dieser Säure, deren Wirkung immerhin eine langsame ist, zu verschaffen. Deshalb mischt man auch diese Phosphate, um ihnen die nöthige Löslichkeit zu geben, nachdem sie gepulvert worden sind, mit dem vierten Theile ihres Gewichtes an Schwefelsäure.

Zwölfter Abschnitt.

Die Beziehungen der Dünger zu der Natur des Bodens.

283. Die physicalischen Eigenschaften der Aecker führen landwirthschaftliche Consequenzen mit sich, welche Gegenstand unserer Betrachtungen sein werden, wenn wir sie als Standort der Gewächse behandeln. Hier haben wir uns nur mit ihrer Ernährung zu beschäftigen, so daß wir sie lediglich in Bezug auf ihre chemische Zusammensetzung zu betrachten haben.

284. Man hat oft versucht, eine Eintheilung der Pflanzen nach den mineralogischen Elementen des Bodens, auf welchem sie am besten gedeihen, zu machen. Man hat die Pflanzen in Kiesel-, Kalk-Pflanzen u. s. w. eingetheilt, bisher aber war man nicht im Stande, eine einzige z. B. auf Kalkboden wachsende Pflanze zu nennen, welche man nicht auch auf Böden, welche für frei von dieser Basis galten — vielleicht weil man sie nicht darin gesucht hatte —, gefunden hätte. So fand Hrachaver die Erica herbacea auf dem Basalt und auf dem glimmerhaltigen Gneis, wiewohl die Pflanze für eine nur auf Kalkboden wachsende galt; gleichzeitig aber ließ ihn eine sorgsame Analyse den Kalkgehalt der Gesteine erkennen. Man hat noch keine einzige Pflanze nennen können, welche ausschließlich einem bestimmten Boden eigen wäre; eine gründlichere Prüfung hat gezeigt, daß ihr Standort namentlich in Beziehung zu dem Grade der Pulverung, der Hygroscopicität stehe, und man sie auf zwei Böden ganz verschiedener Zusammensetzung finde, sobald dieselben gleiche physicalische Eigenschaften besitzen.

285. Eine andere Bewandtniß aber hat es mit der vereinzelten, zufälligen, kränkelnden Existenz der Pflanzen, welche im Boden nur eine geringe Menge der Substanzen, welche sie aufnehmen müssen, finden, gegenüber der üppigen Vermehrung, der vollkommenen Entwickelung, der glänzenden Gesundheit, deren die Pflanzen, welche die ihnen zukommenden Nahrungsbestandtheile auf demselben reichlich finden, sich erfreuen. Wiewohl es somit in dem strengen Sinne des Wortes nicht ganz richtig ist, zu sagen, daß es für gewisse Pflanzen einen ausschließlichen Standort gebe, kann man doch behaupten, daß es solche gebe, welchen derselbe günstig sei. Dies erkennen die Botaniker auf den ersten Blick, indem sie nicht die einzelnen Individuen, sondern die Gemeinsamkeit und die Masse der an gewissen Lokalitäten heimischen Pflanzen prüfen. Ebenso können wir in der Landwirthschaft gewisse Pflanzen als eigentliche kalkliebende, andere als kiesel- oder sandliebende bezeichnen. Um sich davon zu überzeugen, genügt es, die Wirkungen des Mergels und Kalks bei Weizen und Leguminosen auf thonigem Sandboden sich zu vergegenwärtigen; ebenso verdient die Lupine, bei welcher auf Kalkboden die Befruchtung fehlschlägt, dagegen auf quarzigem und eisenhaltigem von Erfolg ist, genannt zu werden. Wir erkennen daher an, daß, wenn auch das Leben der Pflanze nicht von einer bestimmten Gabe dieses oder jenes Bodenbestandtheiles absolut bedingt wird, doch das Gedeihen und der Grad seiner Höhe von dem reichlichen Vorhandensein oder der Abwesenheit dieser Bestandtheile abhängt. Nun wollen wir aber nicht Kräutersammler sein, sondern wir wollen Producte gewinnen; deshalb müssen wir der chemischen Zusammensetzung des Bodens bei der Wahl, welche wir unter den verschiedenen Culturen treffen, Rechnung tragen, und ihr Studium führt uns darauf, auch die Dünger, welche zur Ergänzung ihrer unvollständigen Zusammensetzung dienen können, zu untersuchen.

286. Im Verfolge dieser Betrachtungen könnten wir so viel Bodenklassen, als man Elemente der Pflanzennahrung kennen gelernt hat, aufstellen und sie durch die Abwesenheit oder das Vorkommen einiger dieser Elemente charakterisiren; die

Praxis billigt jedoch eine so minutiöse Eintheilung nicht, und wir müssen uns darauf beschränken, die Hauptklassen, welche sie uns kennen lehrte, zu bezeichnen; es sind dies folgende:

A. Böden, welchen es an Feuchtigkeit mangelt.
B. „ „ „ „ Dammerde mangelt.
C. „ „ „ „ eiweißartigen Substanzen mangelt.
D. „ „ „ „ Kalk mangelt.
E. „ „ „ „ löslichen Alkalien mangelt.
F. „ „ „ „ Phosphaten mangelt.
G. „ „ „ „ Sulfaten mangelt.

287. **A. Böden, welchen Feuchtigkeit mangelt.** Die Feuchtigkeit kann während des ganzen Jahres oder zu gewissen Zeiten fehlen. Die Böden sind in diesem Zustande, wenn sie in der Zeit, während welcher sie eine Frucht tragen sollten, nicht gewöhnlich 0,15 Gewichtstheile Wasser in der Tiefe von 0,33 Meter besitzen. Diesem Mangel hilft man durch die Bewässerung ab [112].

288. **B. Böden, welchen Dammerde mangelt.** Es giebt zwei Arten, diesen Mangel festzustellen: entweder das Glühen, oder das Wiegen der im Boden eingeschlossenen Kohlensäure. Bei der Methode des Glühens ist auf eine vorhergehende vollständige Austrocknung zu sehen, um nicht Gefahr zu laufen, das nicht ausgetriebene Wasser als Dammerde mit in Rechnung zu bringen. Man muß daher die Austrocknung im Oelbade so lange fortsetzen, bis die Erde an Gewicht nicht mehr verliert. Wenn man richtig verfährt, erkennt man, daß die Erde, um einen befriedigenden Grad der Fruchtbarkeit zu besitzen, mindestens 4 Gewichtsprocente organischer Substanzen enthalten muß. Die Bestimmung der Kohlensäure in der Art, wie sie Boussingault angegeben hat, ist schwieriger, aber viel sicherer, und es scheint, daß der Boden, so wie wir ihn beschrieben haben, wenigstens 4000 Liter Kohlensäure per Hectar enthalten muß. Nach seinen Untersuchungen schließt der sandige Untergrund nur 741 Liter, ein frisch gedüngter Boden 80545 Liter ein [130].

Man giebt dem Boden, welchem Dammerde mangelt, dieselbe durch Zufuhr von Mist mit vegetabilen Streumaterialien,

von Jauffret-Dünger [281], und im Allgemeinen durch Unterbringung von Gründüngungen [238].

289. **C. Böden, welchen eiweißartige Substanzen mangeln.** Die Dürftigkeit der Ernten selbst auf Böden, welche genügend mit Dammerde versehen sind, zeigt genugsam den Mangel von stickstoffhaltigem Dünger an. Es ist sehr wohl bekannt, daß es ein Maximum der Menge dieser Substanzen giebt, dessen Ueberschreitung Nachtheil haben würde; doch ist man so entfernt davon, es zu erreichen, und es ist so leicht und lohnend, an diesem Ueberschusse Theil zu nehmen, daß man bei dem Zustande des Bodens im Allgemeinen die Zufuhr von eiweißartigen Substanzen als zuträglich betrachten kann, zumal ebenfalls bekannt ist, daß unter gewissen Verhältnissen das Ammoniak des Bodens den Pflanzen nur theilweise zur Verfügung steht [134]. Man bestimmt die Menge freien Ammoniaks im Boden, indem man denselben auswäscht und das Filtrat untersucht. In der Praxis aber beurtheilt man sie auch nach der Größe der Ernten, indem man den Stickstoffgehalt der Ernten durch die mittlere Erschöpfung, welche diese im Boden hervorbringen, dividirt: der Quotient zeigt die Menge des während der Entwickelung der Ernten im Boden frei vorhanden gewesenen Stickstoffes an. Diese Untersuchungen können ein annäherndes Resultat nur dann geben, wenn sie sich auf Ernten, welche nicht durch ungünstige Witterungsverhältnisse offenbar beeinträchtigt wurden, stützen. Wir legen daher folgende Ernten auf 1 Hectar zu Grunde:

	Stickstoff der Ernte. Kilogr.	Erschöpfung durch die Ernte.	Stickstoff im Ammon. d. Bodens. Kilogr.
17,000 Kilogramm Kartoffeln	83,3	0,46	181
30 Hectoliter Weizen	61,5	0,29	208
50 „ Hafer	60,0	0,40	150
30 „ Raps	81,6	0,36	227

Somit verbleiben nach der Ernte muthmaßlich folgende Mengen Stickstoff:

Auf dem Kartoffel-Felde	181 — 83,3 =	97,7	Kilogr. Stickstoff.
„ „ Weizen- „	208 — 61,5 =	146,5	„ „
„ „ Hafer- „	150 — 60,0 =	90,0	„ „
„ „ Raps- „	227 — 81,6 =	145,4	„ „

Indem man ferner die Menge stickstoffhaltigen Düngers, welchen die Nachfrucht erfordert, kennt, kann man die Menge von Ergänzungsdünger, welche man verabfolgen muß, bestimmen.

290. **D. Böden, welchen Kalk mangelt.** Der Niederschlag, welcher durch oxalsaures Ammoniak in einem Säure-Auszuge des Bodens erzeugt wird, zeigt die Gegenwart, der Mangel dieses Niederschlages die Abwesenheit des Kalkes an. Die kalklosen Böden haben eine durch mehrere Gewächse, unter denen der kleine Sauerampfer und der Sauerklee (Oxalis) sich bemerkbar machen, charakterisirte Vegetation; auf den kalkhaltigen findet man Trifolium fragiferum, Melilotus-Arten, Ononis, Centaurea calcitrapa und Pflanzen aus der Familie der Labiaten.

291. Man ergänzt den im Boden fehlenden Kalk, indem man ihm mindestens diejenige Menge Kalkhydrat oder Mergel zuführt, welche die Pflanzen davon verbrauchen können, wobei man berücksichtigen muß, daß ein großer Theil desselben von ihren Wurzeln nicht erreicht werden kann. Die kalkreichsten Ernten sind

die	von	1000	Kilogr.	gehechelten Hanf;	sie	entführen	682	Kilogr.	Kalk
„	„	8000	„	Klee;	„	„	152	„	„
„	„	3000	„	Weizen	dagegen	entführen nur	34	„	„
„	„	29000	„	Kartoffeln	„	„ „	36	„	„

Bei einer Fruchtfolge von 1) Kartoffeln, 2) Halmfrucht, 3) Klee, 4) Getreide würden wir somit auf den Verbrauch von $36 + 34 + 152 + 34 = 256$ Kilogramm Kalk oder jährlich von 64 Kilogramm pro Hectar rechnen müssen. Nun findet aber in der Praxis Folgendes statt: man fährt in Form von Kalkhydrat im Mittel jährlich 350 Kilogramm oder in Form von zerfallenem Mergel 1000 Kilogramm reinen Kalk auf, also im ersteren Falle das Sechsfache, in letzterem Falle das Sechzehnfache der Menge, welche absorbirt werden würde; übrigens wird der Kalk nur nach 3- bis 10jährigen, der Mergel auf 8- bis 30jährigen Zwischenräumen in den für die ganze Reihe von Jahren berechneten Mengen gegeben.

292. **E. Böden, welchen lösliche Alkalien man-**

geln. Es giebt Böden, welchen Alkalien, auch Kalk und Dammerde mangeln; dahin gehören namentlich die aus der Verwitterung und dem Auswaschen der quarzigen Gesteine und des Glimmerschiefers hervorgegangenen. Diesem Mangel hilft man am besten durch reichliche Mistdüngungen ab; die Kalksteine, welche fast sämmtlich Natron- und Kali-Salze enthalten, sind, so wie die ausgelaugten Aschen, ebenfalls zur Fruchtbarmachung solcher Flächen geeignet.

293. Zahlreicher sind die Bodenarten, in denen eine genaue Analyse Alkalien, doch in unlöslichem Zustande ergiebt. Dies sind im Allgemeinen die thonreichen Böden, und man bemerkt, daß die Gramineen auf denselben mit nur stickstoffhaltigen Düngern (z. B. mit Oelkuchen und Ammoniaksalzen) sehr erfolgreich angebaut werden können, während man nur schwer namhafte Ernten von Kartoffeln, Klee, Raps, Tabak und anderen Pflanzen, welche einen großen Vorrath von Alkalien voraussetzen, hier gewinnt.

294. Wenn diese Lagen nicht Kalk enthalten, giebt man ihnen die löslichen Alkalien meist durch Aufführung von Mergel und Kalk [292]; durch die häufige Bearbeitung macht man die in mergeligen Böden enthaltenen löslich, indem man die auseinandergerissenen Erdpartikelchen der Einwirkung der Luft und der Kohlensäure aussetzt. Auf ähnlichen Böden hat die vollständige Brache einen Erfolg, welchen man von der Düngung schwerlich würde erwarten dürfen.

295. Die kräftigste und nützlichste Operation besteht aber in diesem Falle im Brennen der Thonböden, welches den Silicaten eine größere Löslichkeit giebt und den Thon zu einer leichteren Absorption des Ammoniakgases befähigt. Wenn dasselbe durch das Verbrennen des Rasens, welchen man abschält und in Meiler setzt, bewerkstelligt wird, so erhält es den Namen Rasenbrennen. Man hat auch Thonboden, welcher keinen Rasen trug, gebrannt, doch muß man dann sehr vorsichtig auf die Temperatur sein, welcher man ihn unterwirft: eine mittlere Temperatur macht die Silicate löslicher, während eine hohe die Verglasung und damit eine Verminderung der Löslichkeit herbei-

führt. Bei den über diesen Gegenstand angestellten Versuchen fand man, daß Thon, welcher in seinem natürlichen Zustande 0,489 pCt. Alkalien gab, deren 1,277 gab, nachdem er eine halbe Stunde im verschlossenen Gefäße der Rothglühhitze ausgesetzt worden war; 0,826, nachdem er an freier Luft calcinirt worden; und 0,548, nachdem er an freier Luft 3 Stunden lang helle Rothglühhitze ertragen hatte.

296. **F. Böden, welchen Phosphate mangeln.** Durch das Studium der Wirkungen, welche die Knochenkohle der Raffinerien gegenüber anderen Düngungen hervorruft, hat man die Felder, welchen Phosphate mangeln und die ausgezeichnete Wirkung, welche die Anwesenheit oder der Mangel dieser Salze auf die landwirthschaftliche Production haben, bezeichnen können. Kaum waren diese Thatsachen bekannt, so glaubte man das Bedürfniß an Phosphaten überall wahrzunehmen. Es ergeht allen neuen Beobachtungen so; man möchte ihnen gern allgemein Gültigkeit verschaffen. Die der Phosphorsäure beraubten Böden sind übrigens zahlreich genug, und da wir ein sicheres und bequemes Reagens nicht besitzen, so zog man der Nothwendigkeit gegenüber, complicirte Untersuchungen behufs ihrer Erkennung anzustellen, in den meisten Fällen vor, ohne Weiteres die Abwesenheit von Phosphaten anzunehmen. Indeß sind sie in vielen Böden, und namentlich in denen, welche kalkhaltige Elemente enthalten, vorhanden; sie sind daselbst durch die Kohlensäure, welche von dem Regenwasser bei seinem Durchgange durch Böden, welche reich an Dammerde sind, aufgenommen worden ist, gelöst.

297. Es scheint, daß Ulex europaeus (Hacksaame, auf trocknen Hügeln wachsend) und die Haiden fast sichere Anzeichen des Mangels an Phosphorsäure seien. Diese Pflanzen erzeugen eine an Gerbstoff sehr reiche Dammerde, und werden dadurch der Entwickelung der meisten Pflanzen nachtheilig. Auch hier ist das Rasen- oder Plaggenbrennen, indem es den Gerbestoff zerstört, und das Kalken, indem es denselben neutralisirt, sehr günstig; doch selbst danach giebt sich ihre ganze Fruchtbarkeit erst kund, nachdem sie Knochenkohle der Raffinerien,

deren Wirkungen hier an das Wunderbare grenzen, erhalten haben. Eine sehr kleine Menge dieser Substanz ($4\frac{1}{2}$ Hectoliter à Hectar) erzeugte, wenn sie gemahlen mit den Saamen durchrührt und so denselben innig genähert worden war (eine Operation, welche im Französischen den Namen pralinage, Ueberzuckern, führt), schöne Ernten da, wo ohne sie das Getreide Mühe gehabt hätte, Saamen anzusetzen und wo durch das Kalken nur mäßige Ernten erzeugt worden wären. Die frische Knochenkohle, welche noch nicht in Raffinerien benutzt worden ist, hat weit geringere Wirkungen. Was geht denn nun bei dem Raffiniren des Zuckers vor sich? Die Knochenkohle kommt in Berührung mit eiweißartigen Substanzen; es bleibt in derselben Zucker, und dieser in Gährung übergehende Zucker bildet Kohlen- und Essigsäure; diese Säuren greifen die Phosphate der Knochen an und machen sie löslich, ohne daß man nöthig hätte, das Vorhandensein einer organischen Säure im Boden anzunehmen. Falls aber die Stickstoffverbindungen nicht in genügender Menge, um Wirkung hervorzurufen, vorhanden sein sollten, so muß man sie in reichlicher Menge den Phosphaten zuführen. Und was geht vor sich, wenn man die Knochenkohle mit dem Mergeln oder Kalken, welche deren Wirkung zu zerstören scheinen, vereinigt? Geht dann der phosphorsaure Kalk wieder in den unlöslichen Zustand zurück, indem er sich mit Kalk sättigt?

298. Auch wendet man auf Haideland, doch mit weniger hervorspringendem Erfolge, ausgelaugte Aschen in Mengen von 20 Hectoliter, Knochenmehl zu 15 bis 20 Hectoliter, Koprolithen zu 15 Hectoliter auf 1 Hectar an. Der Erfolg dieser Substanzen, welche sämmtlich phosphorsauren Kalk enthalten, ist ein gesicherterer, wenn man sie zuvor mit Schwefelsäure behandelt hat [282]; dabei ist aber wohl zu bemerken, daß die Phosphate allein, und auch dieselben in Verbindung mit nur wenigen Stickstoffverbindungen, nicht einen solchen Erfolg haben, als wenn sie auf einem reichlich mit Dammerde versehenen Boden angewendet werden, und daß sie auf einem derselben ganz beraubten gar keinen hervorrufen.

299. G. Böden, welchen die Sulfate mangeln. Wir haben gesehen [48 ff.], bei welchen Pflanzen und unter welchen Umständen die Sulfate kräftig auf die Vegetation einzuwirken scheinen. Wenn man einem Felde, welchem schwefelsaurer Kalk fehlt, eine gewisse Menge davon (300 Kilogramm reinen schwefelsauren Kalk auf einen Hectar) pulverisirt, roh oder gebrannt, mit dem Boden gemischt oder auf die in der Entwickelung begriffenen Pflanzen gestreut, zuführt, so liefert das Erzeugniß dieser Pflanzen einen namhaften Zuwachs. Die kiesigen Aschen werden häufig in Mengen von 4 bis 6 Hectoliter auf 1 Hectar in den von uns früher besprochenen Fällen substituirt.

300. Man könnte die Reihe der Böden, welche durch die Abwesenheit dieses oder jenes Bestandtheiles sich auszeichnen, noch bedeutend ausdehnen. Gewissen weißen Böden scheint das Eisen zu fehlen, und wenngleich die Analyse dasselbe bisweilen in ihnen nachweist, wird doch die Verabfolgung von ockeriger Erde ihnen sehr vortheilhaft sein, wenn auch nicht durch die Zufuhr dieses Elementes, so doch durch die Veränderung der Farbe in der Weise, daß sie fähiger wird, die strahlende Wärme zu absorbiren. Dann allerdings wird der Ocker nicht mehr als Nahrungsmittel der Pflanze, sondern als Verbesserungsmittel des Bodens betrachtet, unter einem Gesichtspunkte also, welcher dem zweiten Theile dieses Werkes vorbehalten bleibt.

Dreizehnter Abschnitt.

Spezielle Dünger der Pflanzen.

301. Als man gewahrte, daß die Analysen der Pflanzen sich alle in identische und nur in ihren Mengenverhältnissen von einander abweichende Grundstoffe auflösen, fragte man sich, ob nicht dieselbe Nahrung allen Pflanzen zusage, und diese Ansicht hat einige Zeit in der Ackerbaukunde für ein Axiom gegolten.

302. T. de Saussure führte in der Theorie einen Schritt weiter, indem er zeigte, daß die Pflanzen die im Boden vorhandenen löslichen Substanzen nicht in dem Verhältnisse, in welchem sie darin neben einander auftreten, assimiliren, daß sie vielmehr aus einer Auflösung, welche aus mehreren Substanzen zusammengesetzt war, diesen oder jenen Bestandtheil in größerer Menge aufnahmen; Chevreul hat uns noch weiter in die Frage eindringen lassen, indem er zeigte, daß manche Gewebe die Eigenschaft besitzen, die Lösungen zu zertheilen, sich Wasser und Salze in einem größeren Verhältnisse, als sie dieselben enthalten, anzueignen; endlich glaubte man, daß die Pflanzen, entweder durch die Wurzeln oder an der Blattoberfläche, einen Theil der Salze, welche sie aufgenommen haben, wieder ausscheiden.

303. Aus allen diesen Thatsachen mußte man folgern, daß es den Pflanzen, wenngleich aus denselben Elementen gebildet, nicht genüge, diese überhaupt nur in dem Boden zu finden, um sich von denselben zu nähren; daß es vielmehr nöthig sei, daß deren Zustand, deren Vereinigung, deren gegenseitiges Vorwal-

ten ihnen gestatte, die ihnen zusagenden sich anzueignen, ohne daß das Hinzutreten anderer Grundstoffe die Wirkung zerstöre, indem diese die neuen Verbindungen, welche im Innern der Pflanzen vor sich gingen, verhinderten oder zerstörten und so für gewisse Pflanzenarten zu einem Gift würden, trotzdem sie gedeihlich oder indifferent für andere sein könnten.

304. Um die Hoffnung hegen zu dürfen, den Ackerbau zur höchsten Vollkommenheit zu erheben, müßte es daher gelungen sein, die Art der Nahrung, welche jeder Pflanzenspecies gedeihlich ist, zu kennen: von diesem Ziele sind wir noch sehr weit entfernt. Hier bietet uns die Chemie nicht mehr ihre Hülfe, der landwirthschaftliche Versuch allein kann uns hier belehren; aber für eine Wissenschaft, welche die Anmaßung hatte, sich aus sich selbst und ohne fremde Unterstützung zu bilden, hat diese wenig genug an der Lösung jener Probleme gearbeitet. Gewisse Pflanzen haben so gebieterische Bedürfnisse, daß man sie nicht verkennen konnte; sie haben die Herrschaft, welche ihnen zukommt, durch die Erfolge und das Mißrathen so schneidend dargethan, daß man gelernt hat, ihnen diejenigen Substanzen, deren sie bedürfen, zuzuführen. In Betreff aller der anderen aber, welche ebenfalls ihre Vorliebe und ihre Bedingungen der Ernährung, nur weniger hervortretend, haben, befinden wir uns oft in der Lage, die Widersprüche, welche ihre Ernten zeigen, nicht erklären zu können, da deren Ueberschuß oder Fehlschlagen nicht mit den Witterungsverhältnissen, welchen sie ausgesetzt waren, noch mit dem Culturverfahren, welches sie genossen hatten, im Einklange zu stehen schien. Kein Versuch ist gemacht worden, diesen Erklärungen auf die Spur zu kommen, und es ist nunmehr wohl an der Zeit, sich an das Werk zu machen.

305. Unter den Pflanzen, welche ein besonderes Bedürfniß nach gewissen Substanzen in ihrer Nahrung kund geben, müssen wir in die erste Reihe die Futterpflanzen aus dem Geschlechte der Leguminosen, die Luzerne, die Esparsette und den Klee setzen [48 — 50]. Wir sagten, daß 200 bis 300 Kilogramm reinen schwefelsauren Kalks auf solchen Böden, denen dieses Salz

fehle, den Ertrag verdoppele oder verdreifache. Sehen wir, was in Hinsicht auf sie vorgeht.

306. Wir besitzen von Berthier eine Analyse von Luzerne, welche zu Orange geerntet worden ist, und von Boussingault eine Analyse von Klee aus dem Elsaß. Die Böden von Orange enthalten Gyps, der Klee des Elsaß war gegypst worden; dieselben enthielten:

	In 100 Theilen		Auf 1 Hectar oder in: 80,000 Kilogr.	9,000 Kilogr.
	Luzerne.	Klee.	Luzerne. Kilogr.	Klee. Kilogr.
Chlor	0,272	0,216	217,6	19,44
Schwefelsäure	0,419	0,193	335,2	17,37
Phosphorsäure	0,314	0,513	251,2	46,17
Kali	1,056	2,077	846,8	181,53
Natron	0,183	0,057	146,4	5,13
Kalk	3,515	1,676	2,812,0	150,84
Bittererde	0,034	0,382	27,2	34,38
Kieselerde	0,140	1,151	112,0	103,59
Organische Substanzen	94,067	93,795	75,253,6	8,441,55
	100,000	100,060	80,000,0	9,000,00

In diesen beiden Analysen nehmen Kali und Kalk den ersten Platz ein. Die große Menge des ersteren, so wie die der Kieselerde im Klee von Boussingault, könnte von Torfasche, welche man auf den Klee zur Zeit der Analyse streute, herrühren.

307. Die in diesen Leguminosen gefundene große Menge Kalk erklärt sehr wohl den Gebrauch, sie auf kalkhaltigen, gekalkten oder gemergelten Boden zu bringen. Ebenso einleuchtend ist es, daß der in Mengen von 300 Kilogramm ausgestreute Gyps nicht die 2812 Kilogramm Kalk, welche die Luzerne absorbirt hat, liefern konnte. Somit ist der Schwefel derjenige Grundstoff, durch welchen die Fülle dieser Ernte bewirkt worden ist.

308. Wir haben hier also eine Substanz vor uns, welche in der Pflanze im Verhältnisse zu den anderen Bestandtheilen nur in kleinen Mengen auftritt, dennoch aber ihr ein fast absolutes Bedürfniß ist, und ohne welche man nur kümmerliche Ernten erhält.

Der Versuch allein konnte diese Behauptung herbeiführen. Auch ist dieses Beispiel eine Warnung, aus dem Ueberschuß eines Bestandtheiles bei der Analyse zu folgern, daß dies der spezielle Dünger der betreffenden Pflanze sei, und daß ein anderer Bestandtheil, welcher eine bescheidenere Stelle einnimmt, ihm nicht bei Weitem nothwendiger sei.

309. Indeß nimmt man wahr, daß alle Pflanzen, auf welche der Gyps eine hervortretende Wirkung äußert, eine Schwefelsäure-Menge enthalten, welche diejenige übersteigt, die von Pflanzen, bei welchen jener eine gleiche Wirkung nicht hervorbringt, geschöpft wird. Es sind dies die folgenden, nebst den Schwefelsäure-Mengen, welche sie enthalten, aufgeführten Pflanzen:

Wasserrüben	0,00194	Herapath.
Kohl	0,00348	ders.
Raps	0,00271	Magnus.
Hanf	0,00126	Reich.
Lein	0,00185	ders.
Buchweizen	0,00183	Sprengel.
Mais	0,00110	Berthier.
Kolbenhirse	0,00310	ders.
Luzerne	0,00419	ders.
Klee	0,00193	Boussingault.

Bei der Mehrzahl der Culturgewächse erreicht die Menge der Schwefelsäure nur die vierte Decimalstelle. Einige Cruciferen und die Alliaceen enthalten ein wesentliches Oel, welches reich an Schwefel ist. Die Zwiebel z. B. enthält nach der Analyse von Berthier 0,00370 Schwefelsäure; es ist uns nicht bekannt geworden, daß man bei diesem Gewächse auf Boden, welcher keinen Gyps enthält, die Wirkungen des Gypsens erprobt habe.

310. Und dennoch können wir sehen, wie fehlerhaft diese auf den Gehalt der Pflanzen an Schwefelsäure gebaute Schlußfolgerung sein würde, wenn man sie als einen Beweis für die Nothwendigkeit, ihnen schwefelsaure Salze zuzuführen, ansehen wollte. Andere Leguminosen gewinnen durch die Verabfolgung von Gyps, wir führen die Kichererbse nebst folgender sehr merkwürdigen Thatsache an. Die Haare dieser Pflanze sondern Oxalsäure ab, an der Oberfläche des Perispermiums findet dasselbe statt;

wenn sie nun auf einem kalkhaltigen Boden gewachsen oder gegypst worden ist, kochen sich ihre Saamen nur mit Mühe. Die unlösliche Hülle von oxalsaurem Kalke verhindert das Weichwerden der Erbsen; man kann sie alsdann nur auf die Weise eßbar machen, daß man sie mit einem Aschenbeutelchen, dessen Alkali mit der Oxalsäure, welche es dem Kalke entzieht, ein lösliches Salz bildet, oder mit Sauerampfer kocht, dessen oxalsaures Kali den oxalsauren Kalk zersetzt. Die gelben Erbsen zeigen dieselben Uebelstände.

311. In der weißen Lupine (Lupinus albus) jedoch ist diese Wirkung noch hervortretender. Die Pflanze treibt in Kalkboden bis zu dem Augenblicke, wo sie in Blüthe tritt; dann sondern die Blüthenstiele Oxalsäure ab, welche, indem sie sich mit dem Kalke verbindet, ein unlösliches und die Saftgefäße der Pflanze verstopfendes Salz bildet: die Aehre empfängt keinen Saft mehr, vertrocknet und stirbt. Die Sauerampfer, die Oxalis, welche bekanntermaaßen viel Oxalsäure enthalten, verschwinden auch unter dem Einflusse des Mergels oder Kalkes. Da die Lupine bei der Analyse Schwefelsäure aufweist, wäre es sehr interessant, zu erforschen, ob die Verabfolgung von schwefelsaurem Kali statt des schwefelsauren Kalkes nicht von einer ausgezeichneten Wirkung auf ihre Entwickelung sein würde.

312. Der Weizen liefert auch ein Beispiel von der Specialität der Dünger, ohne Rücksicht auf die Anzeichen, welche die Masse der verschiedenen Substanzen, die in seine Verbindung eingehen, geben könnte. Boussingault erhielt bei seinen Analysen folgende Mengen:

	Körner. 100 K. Kilogr.	Stroh. 200,75 K. Kilogr.	Ganze Pflanze. 300,75 K. Kilogr.	Auf 1 Hectar 2200 K. Körner. 4405,5 K. Stroh. Kilogr.
Schwefelsäure	0,02	0,08	0,10	2,20
Phosphorsäure	1,14	0,44	1,58	34,76
Kali	0,72	1,28	2,00	44,00
Natron	Spuren	0,04	0,04	0,88
Chlor	Spuren	Spuren	Spuren	Spuren
Kalk	0,07	1,18	1,25	27,50
Bittererde	0,39	0,68	1,07	23,54
Kieselerde	0,03	9,42	9,45	207,90
Eisen und Thonerde	0,00	0,14	0,14	3,08
Organische Substanzen	97,63	187,57	285,15	6,273,30
	100,00	200,75	300,78	6,617,16

313. Diese Analyse bezeichnet entschieden die Nothwendigkeit von löslicher Kieselerde, Kali, Kalk, Phosphaten, Bittererde u. s. w. als speziellen Düngern des Weizens. Die Mehrzahl der Felder, welche für ihn bestimmt werden, sind mehr oder weniger thonig; sobald aber der Kalk im Boden nicht vorhanden ist, werden die Ernten auf demselben dürftig, und das Kalken oder Mergeln verdoppelt und verdreifacht sie daselbst. Hier ist nichts, was sich nicht aus der Analyse sehr gut erklären ließe.

314. Dagegen aber erklärt die Analyse nicht die kräftigen Wirkungen der Phosphate und der Bittererde. Nicht allein die Zusammensetzung der gesammten Pflanze müssen wir in das Auge fassen, sondern auch vorzüglich die der Körner, und dies gilt bezüglich aller Gewächse, denn das Saamenkorn ist das Endziel aller Vorgänge in den lebenden und wachsenden Zellen. Die anderen Theile der Pflanze haben Substanzen, welche nicht sowohl Producte des thätigen Lebens, als vielmehr so zu sagen Verknöcherungen sind, angehäuft. Bei der Analyse der Weizenkörner aber sehen wir nun drei Substanzen vorherrschen:

Ammoniak	2,40,	darin Stickstoff 19,85
Phosphorsäure	1,14	
Bittererde	0,39	

Man versehe daher die Pflanze mit Ammoniak, mit Bittererde und mit Phosphorsäure; durch diese unterstützt man am stärksten die Lebensfunctionen.

315. Wenn die Phosphorsäure völlig mit der Bittererde

und dem Ammoniak vereinigt ist und phosphorsaure Ammoniak-Magnesia bildet, erhalten wir 2,74 dieses Salzes, und diese Menge schließt nur 0,52 Ammoniak ein; die übrigen 1,88 dieser Substanz treten ohne Zweifel als integrirender Theil in die organischen Gewebe. Dieser Gesichtspunkt zeigt, bis zu welchem Grade es vortheilhaft wäre, der Pflanze die vollständig gebildete phosphorsaure Ammoniak-Magnesia zu verabfolgen. Boussingault führte diesen Versuch im Kleinen durch und fand, daß die mit diesem Salze erzogene Pflanze die doppelte Anzahl von Körnern lieferte, wie die Pflanzen, welche diese Düngung nicht empfangen hatten. Isidore Pierre, welcher diesen Versuch im Jahre 1851 mehr im Großen wiederholte, fand, daß die in einer Gabe von 150 bis 300 Kilogramm auf 1 Hectar angewendete phosphorsaure Ammoniak-Magnesia die Ernte der Getreidekörner um 3 bis 5 pCt. vermehrte, und daß die Menge der Körner im Verhältnisse zu der des Strohes größer war, ohne daß jedoch die Gesammternte in einem bedeutenden Grade vermehrt worden wäre.

Bei dem Buchweizen dagegen erzeugte dieser Dünger eine sechsmal größere Körner- und eine dreimal größere Stroh-ernte, wiewohl der Boden von mittlerer Beschaffenheit war. Es wäre zu wünschen, daß die Analyse dieser Körner ein so außergewöhnliches Resultat erklärte.

316. Nicht allein bei der Verabreichung in Form des Doppelsalzes rufen diese drei Substanzen so auffallende Wirkungen hervor; ihr Zusammentreten in der Knochenkohle der Raffinerien und die Wirkung der letzteren werden das eben Angedeutete näher auseinandersetzen. Um 2,201 Kilogramm Getreide zu erhalten, mischt man die zur Aussaat auf einen Hectar bestimmte Saatmenge mit 3 Hectoliter im Gewicht von je 95 Kilogramm, also in Summa mit 285 Kilogramm Knochenkohle; diese enthalten:

80,00	Kilogramm	Phosphorsäure
106,30	„	Ammoniak
14,25	„	Bittererde.

Man führt daher der Pflanze reichlich die Mengen dieser

Substanzen, welche in ihre Zusammensetzung übergehen, zu. Durch das Einpudern hat man lediglich bewirkt, daß die Wurzeln in dem Momente ihres Hervortretens, beim Keimen, die Nahrung, welche ihnen die nothwendigste ist, ganz in der Nähe finden. Beachten wir auch, daß nicht einer dieser Substanzen allein diese Wirkungen zuzuschreiben sind; die Knochenkohle, welche noch nicht in der Raffinerie benutzt worden ist und welche sehr wenig Ammoniak, dagegen aber fast zweimal so viel Phosphate und fünfundzwanzigmal so viel Bittererde enthält, ist fast ohne Wirkung. Sie hat eine weit größere, wenn sie einmal benutzt wurde und mit Blut gemischt ammoniakreicher geworden ist; und ihre Wirkungen erreichen endlich den höchsten Grad, wenn ihr Ammoniakgehalt verdoppelt worden ist, wenngleich sie nun nicht mehr als die Hälfte ihrer Phosphate und den fünfundzwanzigsten Theil ihrer Bittererde enthält.

317. Die Wasserrüben liefern einen noch stärkeren Beweis für die Nothwendigkeit gewisser spezieller Substanzen. Ihre Zusammensetzung ist nach den Analysen von Hérapath folgende:

Menge der Asche { im trocknen Zustande 7,413 pCt.; im frischen „ 0,648 „ }

	100 Theile Wasserrüben enthalten: im trocknen Zustande,	im frischen Zustande	1 Hectar liefert [1]): Kilogr.
Schwefelsäure	0,194	0,017	12,75
Phosphorsäure	1,232	0,108	81,00
Kali	3,550	0,310	232,50
Natron	Spuren		
Chlornatrium	1,082	0,070	52,50
Kalkerde	1,058	0,068	51,00
Bittererde	0,175	0,011	8,25
Kieselerde	0,091	0,006	4,50
Organische Substanzen	92,618	99,410	74,557,50
	100,000	100,000	75,000,00
Stickstoff	3,420	.....	217,00

Bei einem Vergleiche dieser Ernte mit der von Weizen sehen wir, daß sie dreimal so viel stickstoffhaltige Substanzen, mehr als das Doppelte an Phosphorsäure, und siebenmal so viel Kali erfordert.

1) 50,000 Kilogr. Wurzeln, 75,000 Kilogr. ganze Pflanzen.

318. Betrachten wir jedoch nun folgenden Versuch. Lawes baute auf drei Abtheilungen gleicher Bodenbeschaffenheit, jede einen Acre groß, Wasserrüben (Turnips): die erste, welche ohne Düngung bestellt wurde, war nach drei Jahren erschöpft und konnte in der Folge keinen Ertrag mehr geben; die zweite bekam löslichen phosphorsauren Kalk (gesäuertes Knochenmehl), sie erhielt sich 8 Jahre hindurch ohne merkliche Verminderung der Ernten; die dritte bekam dieselbe Menge von Phosphaten und außerdem eine starke Menge Kali nebst Natron und Bittererde; diese Abtheilung zeigte ein Uebergewicht über die vorhergehenden. Die jährlichen Schwankungen können nur den Witterungsverhältnissen zugeschrieben werden. Folgendes waren die einzelnen Ernten:

Jahr.	I. Ungedüngt.	II. Phosphate.	III. Phosphate, Alkalien und Bittererde.
	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.
1843	10,538	30,641	29,877
1844	5,566	19,467	14,278
1845	1,725	31,935	31,773
1846		4,780	8,860
1847		13,965	14,593
1848		26,552	24,468
1849		9,435	9,256
1850		28,880	23,569
	17,829	165,655	156,674
Mittel	5,943	20,707	19,584

Ist es nicht augenscheinlich, daß die Phosphate ein Spezial-Dünger für die Wasserrüben und wahrscheinlich auch für andere Cruciferen sind, so wie, daß ihre Zuführung selbst auf Boden, welcher mittelmäßig damit versehen ist, Erfolg haben werde?

319. Wenn man in dieser Weise die verschiedenen Arten von Culturgewächsen studiren möchte, würde man im Stande sein, neue, der Theilnahme würdige Thatsachen, durch welche zu gleicher Zeit die Theorie und die Praxis der Pflanzenernährung Fortschritte machen würden, aufzudecken.

Vierzehnter Abschnitt.

Dauer der Wirkung der Düngung.

320. Die Frage betreffs der Dauer der Wirkung der Düngung ist einer allgemeinen Lösung nicht fähig. Ein Dünger erschöpft sich um so rascher, je schneller seine Gährung vor sich geht; diese Schnelligkeit hängt aber nicht allein von seiner eigenen Zusammensetzung und von der Quantität des Fermentes ab, welches er enthält, sondern auch von dem freien oder gebundenen Zustand dieses Fermentes; ferner von der Leichtigkeit, mit welcher es von dem feuchten Sauerstoff erreicht werden kann; endlich von der Temperatur, welcher er ausgesetzt ist.

321. Eine im Verhältniß zur Menge des Düngers große Menge von Ferment ist kein sicheres Zeichen der Schnelligkeit seiner Zersetzung. Der Extract des Urins gährt mit einer Stickstoffmenge von 0,17 heftig; die Wolle gährt mit einem Stickstoffgehalte von 0,20 viel langsamer. Es rührt dies daher, daß die Wolle aus einem dichten, in Wasser und selbst in einer schwachen Kalilösung unlöslichen Gewebe besteht, während der Harn-Extract pulverförmig ist und aus wenig beständigen und in Wasser sehr löslichen Ammoniaksalzen und Harnstoff gebildet wird.

322. Indem die Gährung der Vermehrung der Temperatur folgt, wird die Düngung um so nachhaltiger sein, als man sie in einem weniger warmen Klima und in einer kälteren Jahreszeit anwendet.

323. Indem die Gährung den Zutritt des feuchten Sauerstoffs erfordert, wird sich der Mist lange conserviren, wenn er

stark aufgehäuft oder in einen der Luft wenig zugänglichen Boden untergepflügt oder von kohlensaurem Gase umgeben ist; man gewahrt dies, wenn man seine verlängerte Wirkung auf thonigen Böden mit derjenigen vergleicht, welche auf sandigen und kalkigen Feldern stattfindet. Auch kennt man die Schnelligkeit, mit welcher sich die oberflächliche Dammerde zersetzt, welche in Wäldern von dem Blattfalle herstammt, wenn man beginnt, sie in Cultur zu nehmen. Als die Wälder Virginiens abgetrieben wurden, fand man den Boden mit einer reichen Dammerde bedeckt, auf welcher man bedeutende Ernten gewann; man gab sich dem Anbaue des Tabaks hin, welcher zu den aussaugenden Gewächsen gehört, und nach einer ziemlich kurzen Reihe von Jahren zeigte sich der Boden erschöpft, welcher sandig ist und in seinem Innern keinen alten Vorrath an Dammerde besitzt, und die dortigen Culturen sind von ihrer glänzenden Höhe bedeutend herabgefallen.

324. Die Art der Bodenbehandlung trägt auch zur mehr oder weniger schnellen Erschöpfung der Dünger bei. Wenn man das Erdreich gräbt und häufig lockert, verschwindet der Dünger weit rascher, als wenn es während langer Zeit von den Werkzeugen unberührt liegen bleibt. Daher kommt es, daß der Anbau der Cerealien, der Leguminosen und einer großen Anzahl anderer Gewächse, welche einen lockeren Boden verlangen, den Dünger rasch aufzehrt; während die Cultur der zeitweisen, einige Jahre dauernden Wiesen, wie die der Luzerne und der Esparsette, und in höherem Grade noch die der immerwährenden Wiesen, welche den Boden mit Rasen bedecken, ihn fast unversehrt erhält.

325. Indem wir diese äußeren und speziellen Verhältnisse verlassen, dürfte es Interesse gewähren, die Dünger unter einander zu vergleichen, um eine Stufenleiter für ihre Dauer zu erhalten. Man müßte hierzu 1) die Quantität und Qualität der löslichen Substanz untersuchen, welche der Dünger in seinem normalen Zustande enthält; 2) derjenigen, welche sich durch die Gährung in einem, zwei oder drei Zeitabschnitten bildet. Die sonst sehr kostbaren Resultate der landwirthschaftlichen Praxis

sind wenig klar, da sie durch so viele veränderliche Umstände bedingt, von dem größten Theile der Experimentatoren sehr schlecht beschrieben, und überdies von der Theorie gering geschätzt sind.

326. Wir dürfen indeß nicht verabsäumen, diese praktischen Thatsachen zu sammeln und wir haben von solchen, welche die nöthige Genauigkeit besitzen, nur eine kleine Anzahl; wir theilen sie hier mit. Zunächst wird es sich um den Hofmist handeln. Bei dem im Südosten Frankreichs allgemeinen Culturverfahren, welches in einem zweijährigen Umlaufe von 1) Getreide und 2) Brache besteht, tragen die seit einiger Zeit des Düngers beraubten Felder alle zwei Jahre 9 Hectoliter (720 Kilogramm) Getreide. Wenn man mit 25,000 Kilogramm Mist düngt, worin 125 Kilogramm Stickstoff, so erhält man als mittleren Ertrag

im ersten Jahre	1,400	Kilogr. Körner	und	2,100	Kilogr. Stroh
und zwei Jahre danach	937	„ „	„	1,500	„ „

Wiederholt man die Düngung nicht, so fällt die dritte Ernte, die des fünften Jahres, auf die ursprüngliche Zahl herab. Demnach wird die Wirkung des Mistes in diesen Böden drei Jahre währen. Dies ist nahezu die Dauer, welche man ihm auch bei dem dreijährigen Umlaufe des Nordens zuspricht. Man schätzt, daß eine solche Düngung durch zwei Ernten erschöpft werde.

327. Auf armem Kalkboden, welcher ohne Dünger nur 692 Kilogramm Körner und 950 Kilogramm Stroh mit einem Stickstoffgehalte von 18,13 Kilogramm gab, fuhr de Bec 25,000 Kilogr. Mist mit einem Stickstoffgehalte von 125 Kilogr.; er erhielt

im ersten Jahre	1120	Kilogr. Körner	und	1450	Kilogr. Stroh
„ zweiten „	1400	„ Hafer	„	1860	„ „

Ferner raubte diese zweite Ernte dem Boden noch 32 Kilogr. Stickstoff. Sie hatte daher die durch den Dünger verliehene Fruchtbarkeit nicht erschöpft, wie es die Versäumniß eines Jahres mit wiederholter Brachbearbeitung bei zweijährigem Umlaufe thut.

328. de Bec bestellte dieselben Felder mit 750 Kilogr. Rapskuchen, worin 50,92 Kilogr. Stickstoff, und erhielt

im ersten	Jahre	1448	Kilogr.	Weizen	mit	2433	Kilogr. Stroh
„ zweiten	„	1024	„	Hafer	„	2124	„ „

Diese zweite Ernte entzog dem Boden 23,74 Kilogramm Stickstoff, eine größere Menge als die des ungedüngten Bodens [327], niedriger dagegen als die vom Stallmist erzeugte; die erste von den Rapskuchen gewonnene Ernte ist weit bedeutender gewesen. Man sieht hieraus, daß, wenngleich die Oelkuchen im zweiten Jahre nicht völlig erschöpft waren, ihre Wirkung doch sicherer als die des Mistes ist und sich namentlich während des ersten Jahres zeigt.

329. Derselbe Versuchsansteller verfolgte seine Versuche mit dem Guano; er gab 750 Kilogramm, worin 90,0 Kilogr. Stickstoff, und erhielt bei

der ersten	Ernte	1988	Kilogr.	Weizen	mit	4892	Kilogr. Stroh;
„ zweiten	„	1074	„	Hafer	„	1542	„ „

Diese zweite Ernte entzog dem Boden 25 Kilogr. Stickstoff, mehr noch als die Ernte ohne Dünger und als die mit Oelkuchen. Die Düngung war daher im zweiten Jahre nicht erschöpft. Wir bedauern, daß der Autor diese drei Versuche nicht ein Jahr länger fortgesetzt hat; es wäre interessant gewesen, zu beobachten, ob alle Wirkung des Düngers dann wäre verzehrt gewesen.

330. Kuhlmann hat seine Versuche auf die Wirkung der bei Wiesen angewandten Ammoniaksalze erstreckt. Ein Hectar der Wiese lieferte ungedüngt 3820 Kilogr. Heu; einem angrenzenden Hectar hatte er 333 Kilogramm Salmiak mit 88,84 Kilogramm Stickstoff gegeben, und erhielt von diesem 6186 Kilogramm Heu; im folgenden Jahre gab der ungedüngte Hectar 4486 Kilogramm, der, welcher im Jahre zuvor die Düngung erhalten hatte, nur 4290 Kilogr. Heu; im dritten Jahre endlich gab jener 3230 Kilogramm, und von dem anderen erhielt er, nachdem er die Düngung, welche zu Anfang gereicht worden war, erneuert hatte, 5126 Kilogr. Heu. Somit wurde

dieser Dünger in dem ersten Jahre erschöpft; der Ertrag von 6186 Kilogramm Heu ist äquivalent 71 Kilogr. Stickstoff, es hatte also ein Verlust von 17 Kilogr. Stickstoff stattgefunden. Man sieht aber auch, daß die Wiese nichts von ihrer ursprünglichen Fruchtbarkeit verloren hatte, und daß eine neue Gabe Dünger ihr die ganze Ueberlegenheit in der Fruchtbarkeit wiedergab, welche sie bei der ersten Verabreichung dargethan hatte.

331. Mit schwefelsaurem Ammoniak hat Kuhlmann folgende Resultate erhalten: während die Wiese ohne Dünger 3820 Kilogr. Heu gab, erzeugte die, welche 237,5 Kilogramm dieses Salzes mit 50,57 Kilogramm Stickstoff erhalten hatte, im ersten Jahre 5564 Kilogramm; im folgenden Jahre gab die ungedüngte 4486 Kilogramm, und die, welche im vorhergehenden Jahre den Dünger empfangen hatte, nur 4170 Kilogramm; die Düngung war also im ersten Jahre erschöpft worden. Eine neue Gabe Salz im dritten Jahre erzeugte 5193 Kilogr. Heu gegenüber 3330 Kilogramm, welche von dem ungedüngten Hectar genommen wurden. Die Wirkungen waren ähnlich den von uns bei dem Salmiak bezeichneten. In dem einen wie in dem anderen Falle scheint eine neue Verabreichung von Dünger die von der ersten hervorgerufenen Wirkungen zu vermehren.

332. Diese Versuche offenbaren vollständig, was man von den reichen Düngern zu erwarten hat, deren energische Wirkung sich rasch äußert, aber nicht so nachhaltig ist, wie die schwächeren Wirkungen der armen Dünger.

333. Die Resultate, welche wir oben [325 — 330] über die geringe Nachhaltigkeit der Dünger angeführt haben, scheinen mit einigen Bestellungsweisen im Süden, denen der Ebene von Nîmes zum Beispiel, nicht in Einklang zu stehen. Hier düngt man das Feld nur alle zwölf Jahre und erhält eine Reihe von Ernten, welche bis zu dieser Grenze der Wirksamkeit des Düngers blicken läßt. Wir wollen nun sehen, was hier vor sich geht. Man giebt im ersten Jahre dem Hectar Feld eine Düngung, welche 885 Kilogr. Stickstoff enthält. Die Luzerne entzieht ihm hiervon während fünf Jahren:

		Stickstoff.
64000 Kilogramm	Futter mit einem Gehalte von 1,96 pCt.	1254 Kilogramm.
37021 "	Wurzeln mit einem Gehalte von 0,80 pCt.	299 "
21333 "	Futterabfälle, welche auf dem Felde bleiben, Gehalt wie oben	420 "
	im Ganzen	1973 Kilogramm

also mehr als das Doppelte des im Boden vorhandenen Düngers. Dieser Ueberschuß ist offenbar von dem gebundenen Ammoniak des Untergrundes geliefert worden [134 ff.]. Aber man hat dem Felde nur das Futter entnommen, und es bleibt ihm daher noch folgende Menge von Stickstoff: 885 + 299 + 420 — 1254 = 350 Kilogramm. Wenn diese Stickstoffmenge beständig die Form von Dünger beibehalten hätte, so wäre sie zu einem größeren Theile verschwunden; aber sie hat sich allmählig in organische lebende Substanzen umgeformt, und dies bedingte ihre Erhaltung. Die auf die Luzerne folgenden Ernten, nämlich 5 Körnerernten, welche von zwei Esparsettejahren, deren Rückstände 56 Kilogramm Stickstoff hinterlassen, unterbrochen werden, sind hierfür ein unwiderleglicher Beweis:

	Stickstoff.
5 Getreideernten geben im Mittel 25 Hectoliter Körner oder 125 Hectoliter	250 Kilogramm
8000 Kilogramm Futter der Esparsette	112 "
Verlust des Bodens	362 Kilogramm
Ersatz, Verlust der Esparsette	56 "
bleibt für den Boden	306 "

In der That, diese Feldbestellung geht nicht ein, weil die Ackerkrume verarmt, sondern weil sie von einer mit dem Jäten gleich geizigen Cultur behaftet ist; aber man wird wohl gewahr, daß bei der Fortsetzung dieses Systems die Luzerne-Felder stets weniger aushaltend und ergiebig werden, weil es nicht fehlen kann, daß der permanente Vorrath an Dammerde in dem Untergrunde durch die unaufhörlichen Angriffe der langen Wurzeln dieser Pflanze erschöpft werden.

Funfzehnter Abschnitt.

Art der Aufbringung des Düngers.

334. Die Gesammtheit der Thatsachen, welche in den vorhergehenden Abschnitten vorgeführt wurden, lehrt uns, daß, wenn man der Pflanze den Dünger löslich und an die Pforten ihrer aufsaugenden Organe zu jeder Phase der Entwickelung zuführen könnte, man ihn in der am meisten vortheilhaften Weise benutzen würde; daß bei denjenigen Düngern, welche nur allmählig und durch die Wirkung einer Zersetzung, die in einer ebenso unregelmäßigen Weise wie die Erscheinungen der Meteorologie vor sich geht, löslich werden, die Vegetation bei Weitem nicht alle löslichen Producte derselben erreichen kann; daß ein Theil zu Gunsten des Bodens, welcher sich desselben bemächtigt, zurückbleibt, und ein anderer sehr beträchtlicher Theil sich in Folge der Flüchtigkeit dieser Producte in die Atmosphäre zerstreut, zumal wenn die cultivirten Pflanzen häufige Bearbeitung im Verlaufe ihrer Entwickelung erfordern, und daß also das beste Mittel um diese Verluste zu vermeiden ist, sie der Ausbildung von Pflanzen, welche keine Zwischenbearbeitung erfordern, sondern den Boden unberührt und begrast lassen, zu widmen.

335. So giebt es denn, mit wenig Worten, zwei Arten, die Dünger bestmöglichst zu nutzen:

1) man wendet sie in löslicher Form, in kleinen und wiederholten Gaben und je nach dem Bedürfnisse der Pflanzen an;

2) man wendet sie in unversehrter Form und bei beginnender Gährung an, indem man sie einer Reihe von Vegetationen bestimmt, die so weit ausgedehnt wird, wie die Gährung selbst währt, und die von allen Producten dieser Gährung in dem Maaße, wie sie von derselben erzeugt werden, Vortheil ziehen kann.

336. In dem Falle, wo man diese wenig löslichen Dünger für die Cultur von Gewächsen mit kurzer (halbjähriger) Vegetationszeit, z. B. von Cerealien, Leguminosen zur Körnergewinnung, Wurzelgewächsen u. dgl. anwenden wollte, dürfte man sie nicht auf das Feld ausstreuen, da dann ein bedeutender Theil ihrer Bestandtheile der Einwirkung der Würzelchen oder der Blätter des Gewächses sich entziehen würde; sie sind dann vielmehr Angesichts ihrer absorbirenden Organe unterzubringen. Dies sind die Grundsätze, welche dem enormen Verschleudern des Düngers, welches in unserer landwirthschaftlichen Praxis stattfindet, zuvorkommen sollen.

337. Von allen Düngern sind die flüssigen, deren man sich zum Begießen in den verschiedenen Phasen der Vegetation bedient, die am meisten löslichen [227 ff.]; demnächst die reichen pulverförmigen Dünger, welche man ausstreut und deckt, indem man das Ausstreuen mit einem leichten Scarificiren begleitet [225 ff.].

338. Vergleicht man die Wirkung, welche von den um eine Pflanze concentrirten Düngern hervorgerufen wird, mit derjenigen, welche im Wurfe ausgestreute und mit der ganzen Masse des Bodens gemischte Dünger erzeugen, so kann man nicht zweifeln, daß dieser letzteren im Allgemeinen zur Ausführung kommenden Methode die Verluste an befruchtenden Substanzen zugeschrieben werden müssen, welche man bei der heutigen Landwirthschaft erleidet. Die Pflanzenwurzeln können nur einen Theil des Raumes im Boden beherrschen, und die Bearbeitung, welche der Ernte folgt, setzt den nicht erreichten Theil des Düngers der Einwirkung der Luft aus und befördert dadurch seine Verflüchtigung. Eine geringere Menge Dünger, welche nur dem den Wurzeln zugängigen Bodenraume mitge-

theilt würde, würde nicht einem gleich großen Verluste ausgesetzen. Dies findet z. B. bei dem Seitens der Gärtner gebräuchlichen Staudenpflanzen statt: jede Pflanze, jede Staude findet hier in ihrer nächsten Umgebung die Menge von Dünger, deren sie bedarf. Bei den in Dippel gesäeten Cerealien hat diese Praxis sehr bemerkenswerthe Resultate geliefert. Sie ist bei Culturen im Großen von Aug. de Gasparin zur Ausführung gebracht worden; derselbe lehrte ein Verfahren kennen, mit einer Maschine die Dippel herzustellen und die Dünger zu vertheilen.

339. Die Reihencultur gestattet ebenfalls, den Dünger in die Reihen, in welche die Saamen oder die Pflanzen gebracht werden, zu vertheilen. Comparative Versuche jedoch, bei denen man eine gleiche Anzahl Körner auf gleiche Flächen in Reihen und auch in Dippel vertheilt hatte, ergaben einen großen Vorzug dieser letzteren Methode. Die in Dippel gesetzten Gewächse scheinen durch ihre wechselseitige Nachbarschaft zu gewinnen, wenn sie sich übrigens in der Runde ausdehnen können; sie scheinen sich des etwas zusammengehäuften Düngers vollständiger als des in einer geraden Linie vertheilten bemächtigen zu können. Die eine wie die andere dieser Methoden bietet übrigens den Vortheil, daß sie die Bearbeitung des Bodens während des Wachsthums der Pflanzen erleichtert.

340. Das Verfahren, die festen und pulverförmigen Dünger mit Bedeckung auf die Frucht während ihrer Entwickelung zu vertheilen (top dressing der Engländer), ist bei den, vorzüglich aus Gramineen zusammengesetzten, immerwährenden Grasländereien gebräuchlich. Es findet hier ein augenscheinlicher Verlust statt, welcher durch die Gährung an freier Luft, namentlich auf den mit der Auflösung des im Wasser löslichen Düngers bejauchten Wiesen und bei seinem Transporte außerhalb des Feldes durch das Austräufeln verursacht wird. Wenn wir alle drei Jahre mit einem Dünger düngen, welcher 255 Kilogr. Stickstoff enthält, so erhalten wir in dieser Zeit eine Vermehrung der Ernte um 13,800 Kilogr. Heu mit 193 Kilogr. Stickstoff, also nur 0,75 des Stickstoffs des Düngers. Raybaud-Lange hat

gefunden, daß eine Wiese, welche ohne Düngung 2000 Kilogr. Heu gab, mit einer Düngung von 30,000 Kilogr. Mist, worin 120 Kilogr. Stickstoff, 7000 Kilogr. Heu, also 5000 Kilogr. Heu und darin 70 Kilogr. Stickstoff mehr erzeugte; das Heu enthielt also nur 0,58 des Reichthums des Mistes. Es muß dabei jedoch bemerkt werden, daß ein Theil dieses Düngers sich zu organischen Theilen der Pflanzen umgeformt hat und sich als Bruchstücke dieser Theile unter dem Rasen erhält, weil die umgebrochenen Wiesen eine ziemlich große angesammelte Fruchtbarkeit zeigen.

341. Die Vertheilung des Mistes auf Halmfrüchte während ihrer Entwickelung ist viel gewagter; wenn nach der Vertheilung Dürre herrscht, wenn den Regen heftige, trockne Winde oder brennender Sonnenschein folgen, so gelangt der Weizen zur Reife, ohne von der Düngung Nutzen gezogen zu haben. Es giebt indeß ein Mittel, diese Art der Düngung günstiger zu gestalten; es besteht darin, den Dünger und die jungen Pflanzen mit einer leichten Erdschicht zu bedecken, sei es durch eine Bearbeitung, falls er in Reihen oder Dippel bestellt worden ist, sei es, indem man zwischen den einzelnen Getreidestreifen nicht besäete Streifen in der Breite der Schaufel aufspart und aus diesen die zum Bedecken der Pflanzen nöthige Erde nimmt. Diese von Aug. de Gasparin erfundene Methode erhält die Frische des Mistes, verhütet seine Verdunstung, und gestattet der Pflanze, denselben vollständiger auszunutzen. Außerdem sichert sie das Gedeihen der im Frühjahre auf Cerealien vorgenommenen Aussaat von Futtersämereien welche so häufig durch die Dürre beeinträchtigt werden.

Sechszehnter Abschnitt.

Vom Preise des Düngers.

342. Der Werth eines Düngers ist, wie der jeder anderen Sache, an welcher menschliche Arbeit haftet, nur der Werth dieser Arbeit, oder anders ausgedrückt, nur die Summe der behufs Erlangung dieser Arbeit aufgewandten Werthe.

343. Derjenige, welcher diesen Dünger kaufen will, kümmert sich nicht um seinen Werth, sondern um den Vortheil, welchen er aus ihm zu ziehen hofft. Der Preis, welchen er dafür bietet, kann bis zur Grenze dieses Vortheiles gehen, und die Fabrikanten hören auf, ihn darzustellen, wenn der auf Grund des Vortheiles gebotene Preis nicht mindestens dem Werthe gleich ist. So ist der Preis ein Mittel, welches zwischen dem Werthe als seinem Maximum und dem Vortheile als seinem Minimum schwankt.

344. Der Werth des Düngers wechselt an jedem Orte und für jede Zeit je nach den verschiedensten Umständen; wir können davon zahlreiche Beispiele geben. Besprechen wir zunächst den vom Arbeitsvieh erhaltenen Mist. Wir geben (s. Anhang XI.) das Mittel an die Hand, den Werth des auf den Gutswirthschaften erzeugten Düngers annähernd zu schätzen; derselbe würde unter den angedeuteten Verhältnissen 1 Fr. 59 Cent. betragen. In den Städten fällt der Werth des Pferdemistes bis zu 88 Cent., wozu noch die Kosten des Transportes gerechnet werden müssen. Das Gespann Pferde (s. An-

hang X.) erzeugt einen Mist, dessen Stickstoff auf 2 Fr. 41 Cent. kommt.

345. Bezüglich der Milchkühe sehen wir, daß in der Bretagne, bei einem Preise des Heues von 3 Fr. 20 Cent. für 100 Kilogramm, des Strohes von 2 Fr. 60 Cent., und des Liter Milch von 10 Cent., der Stickstoff des Düngers 1 Fr. 32 Cent. kostet; daß, wenn der Liter Milch zu 15 bis 20 Cent. verkauft wird, man den Mist umsonst hat; wenn man dagegen Butter bereitet und der Preis der Milch auf 8 oder 7 Cent. sinkt, der Stickstoff des Mistes auf 3 Fr. 20 Cent. zu stehen kommt; wenn man aber die Milch zum Mästen der Kälber verwendet und das Liter nicht mehr als 5 bis 6 Cent. bringt, der Stickstoff des Mistes 3 Fr. 83 Cent. kostet (s. Anhang VIII.). In Hohenheim hat, bei einem Preise des Heues von 3 Fr. 20 Cent., des Strohes von 2 Fr. und der Milch von 10 Cent., das Kilogramm Stickstoff im Miste 2 Fr. 17 Cent. gekostet (s. Anhang VII.).

346. Betreffs des Mästens des Viehes ist die Rechnung ebenso veränderlich, je nach dem befolgten Verfahren des Mästens und dem Preise der Mastfutter, welche man den Thieren verabreicht hat. Wir führen hierfür einige Beispiele an: wir haben eine neue Berechnung der Mästung von Hammeln im Stalle vor Augen; sie erhielten Luzerne zu 5 Fr. à 100 Kilogramm, wobei der Stickstoff im Dünger auf 1 Fr. 27 Cent. kam (s. Anhang IX.). In einem anderen Falle wurde der Mist umsonst erhalten; ebenso bei einem Beispiele der Schweinemast. Man ändere jedoch den Preis des Humus, den des Fleisches, und man wird andere Resultate erhalten.

347. Bei der Gründüngung mit Lupinen ist uns das Kilogramm Stickstoff auf 1 Fr. 63 Cent. gekommen (s. Anhang IV.).

348. Man muß demzufolge beachten, daß der größte Theil des von den landwirthschaftlichen Arbeitsthieren erzeugten Düngers 1 Fr. 74 Cent., der von Vieh, welches einen großen Theil des Jahres auf der Weide geht, ungefähr 1 Fr. 20 Cent. kostet. Hieraus dürfen wir schließen, daß unter den gegenwärtigen Ver-

hältnissen der mittlere Werth des Mistes in Frankreich ungefähr 1 Fr. 50 Cent. für 1 Kilogramm Stickstoff ist.

349. Dem Miste treten die Kaufdünger, chemische Erzeugnisse u. dgl. an die Seite. Der Guano, welcher alle Tage theurer wird, gilt heut 30 Fr. à 100 Kilogramm mit im Mittel 8 pCt. Stickstoff; zu demselben Preise findet man bisweilen einen, welcher 12 bis 14 pCt. Stickstoff enthält. Die Analyse allein kann entscheiden, ob man bei demselben einen guten oder schlechten Handel macht. Die Oelkuchen mit 5 pCt. Stickstoff kosten 14 Fr. à 100 Kilogramm oder 2 Fr. 80 Cent. das Kilogramm Stickstoff; die Poudrette, welche im frischen Zustande 1,45 pCt. enthält, wird für 5 Fr. à 100 Kilogramm oder das Kilogramm Stickstoff für 3 Fr. 45 Cent. verkauft. Bezüglich der chemischen Erzeugnisse ist deren Werth nichts Anderes, als der Kostenpreis nebst einem geringen Aufschlage in Folge der Concurrenz. Der Werth der Naturerzeugnisse wird von den Kosten der Förderung, des Transportes, der Steuer oder des Zolles, und bei dem einen oder anderen von dem Vortheile, welcher dem Verkäufer durch die Unwissenheit oder Nachlässigkeit des Käufers zufließt, gebildet. Der Käufer letzterer Art kennt kaum den Namen der Waare, welche er kaufen will, genau; er will nur gestempelte Kostbarkeiten erstehen, empfängt jedoch täglich ohne Argwohn und für wahrlich sehr hohe Preise Düngemittel, welche nicht düngen.

350. Der Vortheil ist nicht weniger veränderlich als der Werth, denn er hängt, wie wir gesehen haben (eilfter, zwölfter und dreizehnter Abschnitt) von dem Boden, dem Clima und der Art der Cultur ab. Es läßt sich daher Allgemeines über sein Wesen nicht sagen, und jeder muß, um den höchsten Preis, welchen er für den Dünger zahlen kann, festzusetzen, den Vortheil, welchen er aus ihm zu ziehen hofft, zu Rathe ziehen. Führen wir uns ein schon bekanntes [327] Beispiel noch einmal vor, und betrachten neben dem Vortheile, welchen de Bec aus seiner Düngung zog, den Preis, welchen er für seinen Stickstoff geben konnte. Er wandte Hofmist mit einem Gehalte von 125 Kilogramm Stickstoff an und erhielt davon:

	Kilogr.		Stickstoffgehalt. Kilogr.
1. Ernte. Körner des Weizens	1,120	2,284	44,77
2. Ernte. Hafer in Weizen äquivalent	1,264		
1. Ernte. Stroh des Weizens	1,450	4,154	10,80
2. Ernte. Aequivalent des Haferstrohes	2,704		
		Summa	55,57

Zwei Ernten ohne Dünger haben gegeben:

	Kilogr.	Stickstoff. Kilogr.
Körner	1,384	36,32
Stroh	1,900	4,94
	Summa	41,26

Der Weizen hat somit aus dem Dünger gezogen den Unterschied dieser beiden Summen, nämlich 14,31

Der Mist enthielt 125 Kilogramm, somit hat der Weizen nur $\frac{14,31}{125} = 0,117$ des Stickstoffes des Düngers sich angeeignet.

Der Unterschied der beiden Ernten mit und der beiden ohne Dünger betrug:

	Fr.
900 Kilogramm Körner à 27 Fr.	243,00
2,254 " Stroh à 3 "	67,62
Summa	310,62

der aus der Düngung gezogene Vortheil betrug also $\frac{310,62}{125}$ = 2 Fr. 48 Cent. von je 1 Kilogramm Stickstoff.

351. Wenn wir dieselbe Berechnung bei dem Versuche mit Rapskuchen [328], bei welchem der Stickstoffgehalt 50,92 Kilogramm betrug, ausführen, so erhalten wir:

	Kilogr.		Stickstoffgehalt. Kilogr.
1. Ernte. Körner des Weizens	1,448	2,472	48,44
2. Ernte. Hafer im Weizen äquivalent	1,024		
1. Ernte. Weizenstroh	2,433	4,557	11,85
2. Ernte. Aequivalent des Haferstrohes	2,124		
		Summa	60,29
Davon abgezogen den Gehalt der ungedüngten Ernte			41,26
Bleibt der Vortheil, welchen die gedüngte Ernte aus dem Dünger gezogen hat, nämlich			19,03

Die Ernten haben dem Dünger $\frac{19,03}{50,92} = 0,37$ seines Stickstoffgehaltes entzogen.

Der Unterschied der beiden gedüngten und der beiden ungedüngten Ernten betrug:

			Fr.
1088 Kilogramm	Körner à 27 Fr.		293,76
2657 „	Stroh à 3 „		79,71
			373,47

Der aus der Düngung gezogene Vortheil betrug $\frac{373,47}{50,92}$ = 7 Fr. 33 Cent. von je 1 Kilogramm Stickstoff.

352. Bei dem Versuche mit Guano mit einem Stickstoffgehalte von 90 Kilogramm [329] erhält man:

	Kilogr.		Stickstoffgehalt. Kilogr.
1. Ernte. Körner des Weizens	1,988	3,062	60,01
2. Ernte. Hafer, in Weizen äquivalent	1,074		
1. Ernte. Weizenstroh	4,892	7,205	18,73
2. Ernte. Aequivalent des Haferstrohes	2,313		
		Summa	78,74
Davon abgezogen den Gehalt der ungedüngten Ernten			41,26
Bleibt der Vortheil, welchen die gedüngte Ernte aus dem Dünger gezogen hat, nämlich			37,48

Die Ernten haben dem Dünger $\frac{37,48}{90} = 0,416$ seines Stickstoffgehaltes entzogen.

Der Unterschied der beiden gedüngten und der beiden ungedüngten Ernten betrug:

		Fr.
1,678 Kilogramm	Körner à 27 Fr.	453,06
5,305 „	Stroh à 3 „	159,15
		612,21

Der aus dem Dünger gezogene Vortheil betrug $\frac{612,21}{90}$ = 6 Fr. 80 Cent. von je 1 Kilogramm Stickstoff.

353. Die Berechnung des Vortheiles ist viel schwieriger auszuführen bei Ernten, welche einen großen Ueberschuß des Düngers unbenutzt lassen, so daß dieser erst später wirkt; dahin

gehören die Wiesen, welche unter dem Rasen Reichthümer ansammeln, die sich erst bei dem Umbrechen des Rasens zeigen; diese Reichthümer erreichen übrigens Maxima, die sie nicht überschreiten. Will man sich damit begnügen, die unmittelbaren Vortheile zu schätzen, so liefern die oben [340] angeführten Versuche ein Beispiel: im ersten hatten wir eine Vermehrung der Ernte um 13,800 Kilogramm Heu mit 193,2 Kilogramm Stickstoff durch Anwendung eines Düngers, dessen Stickstoffgehalt 255 Kilogramm betrug, erhalten; die Ernte entzog also dem Dünger $\frac{193,2}{255} = 0,757$ seines Stickstoffgehaltes.

Gilt das Heu 5 Fr., so gilt das Mehrerzeugniß 690 Fr., und der Vortheil des Düngers hat betragen $\frac{690}{255} = 2$ Fr. 70 C. für je 1 Kilogramm Stickstoff.

Im zweiten Beispiele enthielt der Dünger 120 Kilogramm Stickstoff, der Mehrertrag betrug 5,000 Kilogramm im Preise von 250 Fr.; der Vortheil des Düngers betrug also $\frac{250}{120}$ = 2 Fr. 0,8 Cent. für je 1 Kilogramm Stickstoff. Die Wiese würde somit selbst bei ihrer Fähigkeit, sich einen größeren aliquoten Theil des Düngers anzueignen, nicht einen eben so großen Vortheil wie der Weizen geben, da der zu Heu verarbeitete Stickstoff einen relativ niederen Preis hat als der in Weizenform gebrachte. Der Stickstoff im Heu (in den von uns angeführten Heusorten beträgt der Stickstoffgehalt 1,40 pCt.) ist werth $\frac{5}{1,40} = 3$ Fr. 57 Cent., der Stickstoff im Weizen und seinem Stroh $\frac{2,62}{33} = 12$ Fr. 60 Cent. Man müßte indeß den auf den Wiesen angesammelten Dünger mit in Rechnung stellen; nach unseren Berechnungen endet er mit dem Maximum von 6 auf 100 Gewichtstheile der jährlichen Heuernte, gemäß dem Stickstoffgehalte und nach einem Zeitabschnitte, welchen wir auf 30 Jahre annehmen. Demnach würde auf den obigen gedüngten Wiesen von Raybaud-Lange, welche eine Gesammt-

ernte von 7000 Kilogramm Heu gaben, der Boden in 30 Jahren 420 Kilogramm oder jährlich 14 Kilogramm Stickstoff reservirt haben. Der zur Verwendung gekommene Stickstoff betrug demnach nur 255 — 14 = 241 Kilogramm, und der Vortheil von je 1 Kilogramm Stickstoff war $\frac{690}{241}$ = 2 Fr. 86 Cent. statt 2 Fr. 70 Cent. Dieses Resultat verändert nur wenig die Folgerungen, welche oben sich ergaben.

354. Anders verhält es sich, wenn wir den Dünger beim Anbaue zeitweiser Wiesen, der Futterleguminosen verwenden, welche von kürzerer Dauer sind und nach kurzer Frist den überschüssigen Stickstoff, den sie nicht ausnutzen konnten, zurückzunehmen gestatten. Sehen wir zunächst, was bei dem Feldersysteme von Nîmes geschieht. Man beginnt mit einer Düngung von 855 Kilogramm Stickstoffgehalt und erhält an Erzeugnissen:

		Fr.
640 Ctr. Luzerne 80 Ctr. Esparsetteheu	} 720 Ctr. à 5 Fr.	3600
125 Hectoliter Getreide à 22 Fr.		2750
		6350
Hiervon ziehen wir die Pacht, welche das Land in 12 Jahren gebracht haben würde, mit 144 Hectoliter ab		3168
	Es bleiben	3182

Der Boden war am Ende der Rotation bereichert um 306 Kilogramm Stickstoff; der Verbrauch betrug somit 855—306 = 549 Kilogr. und seine Verwerthung $\frac{3182}{549}$ = 5 Fr. 70 Cent.

Dies wäre ein herrlicher Preis für die Wirkung des Düngers, wenn man nicht die zunehmende Erschöpfung der Schichten des Untergrundes, welche erfordert, daß man diese Fruchtfolge während einer langen Reihe von Jahren aussetze, mit in Rechnung bringen müßte, außer etwa auf so reichem Alluvialboden, daß derselbe kaum gegen ihre Fortsetzung empfindlich erscheint, wie z. B. die Ebene von Vishe bei Nîmes.

355. Der Marktpreis resultirt an jedem Orte aus der Verbindung des Werthes und des Vortheiles, welchen man aus

dem Dünger zieht [343]. So würde in einem Lande, wo man den Mist für 1 Fr. 74 Cent. herstellt und wo man aus demselben einen Vortheil von 2 Fr. 48 Cent. zieht, im Falle Nachfrage und Angebot einander gleich wären, der mittlere Preis von 1 Kilogramm Stickstoff 2 Fr. 11 Cent. sein; wenn der Gewinn der Operation sich zwischen Käufer und Verkäufer theilte und der Cubikmeter Mist 2,80 Kilogramm Stickstoff enthielte, würde derselbe mit 5 Fr. 91 Cent. verkauft werden können.

Wenn es sich um Oelkuchen handelte, deren Fabrikationswerth unbestimmt ist und deren Preis nur durch die Concurrenz der Käufer geregelt wird, diese aber aus denselben einen Vortheil von 7 Fr. 33 Cent. ziehen könnten, so würde man 1 Kilogramm Stickstoff derselben mit 3 Fr. bezahlen können, obgleich dieser Preis bedeutend höher als der übliche ist und die Fabrikation dieses Düngers keine andere Grenze als die Menge Körner, welche unter die Presse gefördert werden, und die des Oeles, welche ihren Abgang in der Consumtion finden kann, kennt.

356. Die Landwirthe dagegen würden ihrerseits eine Grenze seiner Anwendung finden. Wir haben gesehen, daß die fortgesetzte Anwendung der Oelkuchen auf den Böden, welche nicht mit einer reichlichen Menge Dammerde versehen sind, nicht stattfinden könne, und daß sie in bestimmtem Verhältnisse mit Strohmist abwechseln müsse. Wenn es wie in dem angeführten Beispiele [169] nöthig ist, daß eine Mistdüngung auf zwei Düngungen mit Oelkuchen folge, so erhalten wir:

	Fr.
für den Vortheil der Oelkuchen	14,66
" " " des Mistes	2,48
zusammen für 6 Jahre	17,14
also für 1 Jahr und für 100 Kilogramm eines der Dünger im Mittel	2,85

Dies der im Mittel erhaltene Vortheil; die Möglichkeit aber, sich Mist zu verschaffen, ist enger begrenzt als die, Oelkuchen zu fabriciren. Wenn diese 4,92 pCt. und der Mist 0,40 pCt. Stickstoff enthalten, so ist seine Production in diesem Verhältnisse begrenzt, oder mit anderen Worten, es können neben 1 Kilogramm Oelkuchen nur 12,3 Kilogramm Mist in den Han-

del kommen. Nun aber bedienen sich nicht alle Wirthschaften der Oelkuchen: die armen Wirthschaften begnügen sich mit dem wenigen Mist, welchen sie erzeugen können, und die reichen Wirthschaften allein concurriren gleichzeitig, um Oelkuchen und Mist zu kaufen; daraus folgt, daß die zu kaufende Menge Mist nicht sehr reichlich, und daß die entsprechende Menge Oelkuchen es weit mehr ist. Die Nachfrage der letzteren ist somit geringer als das Angebot, was zur Folge hat, daß man ihren Stickstoff für circa 2 Fr. 80 Cent. kaufen kann, und daß unter den gegenwärtigen Verhältnissen, die Kapitalien vorausgesetzt, für den Unternehmer ein augenscheinlicher Vortheil mit der ausgedehnten Anwendung reicher Düngemittel, deren Preis nicht der Größe des Vortheiles gleichkommt, verknüpft ist.

Ende des ersten Theiles.

Anhang.

I.

Qualitative Boden-Analyse.

Es handelt sich hier nicht darum, die Menge eines jeden der Bestandtheile, welche das Erdreich einschließt, zu bestimmen, sondern lediglich darum, zu untersuchen, ob sie in demselben in merklicher Menge vorkommen. Es ist daher nicht eine vollständige Analyse, wie wir sie a. a. O. beschrieben haben, vorzunehmen, sondern eine theilweise, welche die für die Ernährung der Gewächse wesentlichsten Substanzen, deren Vorkommen im Boden möglich ist, erkennen läßt.

1. Kalk. Man thut in ein Standglas einige Gramme der Erde und übergießt sie mit verdünnter Salzsäure. Wenn ein Aufbrausen bemerklich wird, schließt man auf das Vorhandensein von kohlensauren Salzen. Nachdem man die Flüssigkeit mit destillirtem Wasser verdünnt hat, filtrirt man; die überschüssige Säure sättigt man mit Ammoniak und setzt dann oxalsaures Ammoniak zu; der Kalk fällt zu Boden. Man kann ihn nun trocknen und wiegen, um sogar die Menge, in welcher er in der Erde enthalten ist, zu bestimmen, vorausgesetzt, daß man mit einer getrockneten und abgewogenen Erdprobe operirt habe.

2. Bittererde. Man filtrirt die Flüssigkeit der vorhergehenden Untersuchung nach der Fällung durch oxalsaures Ammoniak und gießt zum Filtrate eine Auflösung von phosphorsaurem Natron, welches die Bittererde, falls deren darin ist, in Form von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia niederschlägt.

3. Schwefelsäure. Wenn man die Erde mit destillirtem Wasser auszieht, löst sich eine kleine Menge schwefelsauren Kalkes, falls solcher in der Erde enthalten ist. Die Flüssigkeit wird filtrirt oder nach dem ruhigen Absitzen, so daß das Ungelöste sich auf dem Boden des Glases gesammelt hat, ganz einfach decantirt. Zur filtrirten oder decantirten Flüssigkeit gießt man eine Lösung von salpeter- oder essigsaurem Baryt; es bildet sich dann eine weiße Trübung, welche die Anwesenheit von Schwefelsäure anzeigt.

4. Phosphorsäure. (Verfahren nach Malaguti.) Man behandelt 15 bis 20 Gramm lufttrockner und pulverisirter Erde mit Salpetersäure, kocht sie eine Viertelstunde, setzt Wasser zu, filtrirt und wäscht den Filterrückstand aus. Das Filtrat dampft man ab und thut zu dem so erhaltenen Rückstande 12 bis 15 Gramm Weingeist, welcher mit 2 bis 3 Tropfen Salpetersäure angesäuert worden ist. Die Weingeist-Lösung wird filtrirt, und das Filtrat mit einigen Tropfen gelösten essigsauren Bleioxyds versetzt. Falls die untersuchte Erde Phosphate enthält, bildet sich ein Niederschlag von phosphorsaurem Bleioxyd.

5. Kieselsäure. Man kocht die Erde mit einer Auflösung von Aetzkali; dasselbe löst die Silikate auf. Man schlägt die Thonerde mit Ammoniak nieder und macht danach die Flüssigkeit sauer, filtrirt wieder, dampft ab und löst den trocknen Rückstand in Wasser, so erscheint die Kieselsäure in gelatinöser Form.

Bei allen Untersuchungen, bei welchen es sich um eine annähernde Genauigkeit handelt, ist es von Wichtigkeit, destillirtes Wasser anzuwenden. Das Regen- und das Quellwasser enthalten Bestandtheile, welche man dem Boden zuschreiben würde.

II.

Zusammensetzung der Ackererde.

I. Lösliche Substanzen, von Verdeil.

Die Gelehrten sind über die Mittel noch nicht einig, welche anzuwenden sind, um durch die Analyse zu erfahren, wieviel für die Pflanzenwurzeln aufnehmbare Stoffe ein Boden einschließe und welches zu gleicher Zeit die Natur dieser Bodenbestandtheile sei.

Es ist dies in der That der Endzweck jeder, mit Hinblick auf eine landwirthschaftliche Anwendbarkeit ausgeführten, rationellen Analyse; denn es genügt hier nicht, die mineralogische Zusammensetzung des Bodens zu kennen, man muß auch wissen, ob diese mineralischen Substanzen in einem der Vegetation dienlichen Zustande sich befinden, d. h. ob sie von den Pflanzen können gelöst und aufgenommen werden.

Sobald man voraussetzt, 1) daß die Pflanzen dem Boden nur Stoffe in Form der wässerigen Lösung entnehmen können, 2) daß die Pflanzenwurzeln nicht die Eigenschaft besitzen, durch eine besondere Lebenskraft die unorganischen Theile, mit denen sie in Berührung kommen, aufzulösen, so muß man in den physikalischen und chemischen Naturkräften diese Umwandlung der festen Erdtheile in einen flüssigen Zustand suchen.

Die Beobachtung hat gezeigt, daß das Wasser allein diese Erscheinung vermittelt.

Die Versetzung der in der Erde verschlossenen Substanzen aus dem Boden in den Pflanzenkörper kann nur mit Hülfe des

Regenwassers oder des Ueberrieselungswassers und allein durch seine Einwirkung stattfinden.

Ein Auszug der Erde durch Wasser wird demnach den Reichthum des Bodens an Substanzen, welche von den Pflanzen assimilirt werden können, vollständig darlegen, weil eine solche Flüssigkeit alle in der Erde vorhandenen löslichen Bestandtheile enthalten wird.

Die unter Festhaltung des landwirthschaftlichen Gesichtspunktes rationellste Bodenanalyse wird also darin bestehen: erstens im Allgemeinen die mineralogische Natur des Bodens zu untersuchen, als Kalk-, Thon-, Sandboden u. s. w. Wir bedienen uns mit Absicht des Ausdrucks: im Allgemeinen zu untersuchen, denn es ist fast unmöglich, durch die Analyse in absoluter Weise die genauen Mengenverhältnisse zwischen den verschiedenen mineralischen Substanzen, welche den Boden bilden, festzustellen. Um dies zu erreichen, müßte man mit großen Mengen Erde arbeiten; dies aber gestatten die Mittel der Analyse nicht, während man durch eine mineralogische Analyse, bei der man sich darauf beschränkt, die Mineralien, welche den Boden bilden, kennen zu lernen, dahin gelangt, sich eine sehr richtige Vorstellung von seiner Zusammensetzung zu machen.

Die hauptsächlichste analytische Operation besteht also darin, die Theile des Bodens, welche sich durch die Einwirkung des Wassers lösen, gründlich kennen zu lernen.

Bevor wir in die Einzelheiten dieser Analyse eingehen, ist es nöthig, im Allgemeinen die Substanzen, welche sich lösen und welche das Wasser aus dem Boden aufnimmt, kennen zu lernen; Substanzen, welche, trotz ihrer Verschiedenheiten in Menge und Beschaffenheit in den verschiedenen Böden, doch eine gewisse Gleichförmigkeit der Zusammensetzung zeigen.

Wenn man mit destillirtem Wasser eine gewisse Menge von verschiedenen Theilen des Feldes genommener Erde, welche man entweder an der Sonne oder in einem mäßig erwärmten Trockenkasten trocknete, behandelt, so hinterläßt das beim Filtriren schwach gelblich gefärbt durchgehende Wasser nach dem Abdampfen einen ziemlich bedeutenden festen Rückstand.

Dieser Rückstand besteht nicht allein aus mineralischen Substanzen; ein großer Theil seiner Masse wird von einer eigenthümlichen organischen Materie gebildet.

Die Verhältnisse, in welchen sich die mineralischen Bestandtheile mit der organischen Materie vereinigt finden, schwanken nach der Natur des Bodens, aus dem sie extrahirt wurden. So geben gewisse Böden an das Wasser eine dem Gewichte nach fast eben so große Menge organischer Materie wie mineralischer Substanzen ab, andere Böden bedeutend weniger.

Wir prüfen zunächst den Theil des Rückstandes, welcher durch die Hitze zerstörbar ist; er wird gebildet 1) von Ammoniaksalzen, 2) von einer stickstofflosen organischen Materie.

Diese letztere ist nach Analysen, welche von derselben gemacht worden sind, lediglich aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff in Verhältnissen, welche sie dem Zucker, der Zellulose, dem Amylum nähern, zusammengesetzt; es ist gewissermaßen lösliche Zellulose, es ist eine indifferente Substanz, ohne eigenthümlichen Geschmack, sie bildet keine einzige Verbindung mit den mineralischen Substanzen.

Dieser Stoff bildet sich in der Erde; er ist das Product einer Katalyse, welcher die pflanzlichen, als Dünger in den Boden eingepflügten Stoffe unterliegen.

Diese Verwandlung der festen pflanzlichen Stoffe in eine lösliche Materie erklärt sich leicht; es ist in der Chemie thatsächlich bekannt, daß die Mischungszustände, in welchen gewisse Substanzen sich finden, auf ihre Verwandlung und Zersetzung einwirken. So kann derselbe Stoff je nach den Zuständen des Mittels, in dem er vorkommt, sowohl in die Milch- als die Alkohol- oder die Essig-Gährung übergehen.

Dasselbe gilt von den Pflanzen-Ueberresten. In einer feuchten Umgebung sich selbst überlassen, gähren sie und geben saure Producte. Gemischt mit anderen Stoffen oder auch nur in andere Zustände gebracht, kann die Gährung gehemmt oder verändert werden.

In Folge dieses Stoffes unterliegen die pflanzlichen Substanzen, welche unter geeigneten Verhältnissen mit der Erde in

Berührung kommen, einer besonderen Katalyse, und statt saure Zersetzungsproducte und Kohlensäure zu geben, verwandeln sie sich allmählig in eine neutrale, lösliche Substanz, welche man in allen fruchtbaren Erden wiederfindet.

Wenn es zur Unterstützung dieser Ansicht eines anderen Beweises als der Anwesenheit der löslichen Substanz selbst bedürfte, so würden wir auf die Beobachtung, daß alle Auszüge fruchtbarer Erden alkalisch sind, hinweisen; denn es weiß ein Jeder, daß in einem alkalischen Mittel eine Gährung nicht möglich ist.

Alle fruchtbaren Erden überlassen also dem Wasser eine eigenthümliche organische Materie; diese organische Materie kommt aber in dem Extracte nicht allein vor; sie ist mit mineralischen Substanzen, welche je nach dem Boden, aus dem sie stammen, verschiedene Zusammensetzung haben, gemischt. Diese mineralischen Stoffe müssen mit Sorgfalt analysirt werden, wenn man sie durch Glühen von der organischen Materie befreit hat.

Die mineralischen Substanzen, welche sich am häufigsten in dem Bodenextracte finden, sind: Kieselerde, kohlensaurer, schwefelsaurer und phosphorsaurer Kalk, Thonerde, Bittererde, Eisen, kieselsaures und phosphorsaures Kali und Natron, Chlor-Natrium und -Kalium.

Die Mehrzahl derselben ist in Wasser, einige sind selbst in concentrirten Säuren unlöslich.

Wie war es dann möglich, daß das Wasser diese Substanzen von vorn herein lösen und sie aus der Erde extrahiren konnte? Welche Veränderung, welche Zersetzung haben sie seitdem erlitten? Die einzige Veränderung, welche sie erlitten, ist die, von der durch das Glühen zerstörten organischen Materie getrennt worden zu sein.

Diese mineralischen Substanzen verdankten also ihre Löslichkeit in Wasser der Anwesenheit der im Boden löslich vorhandenen organischen Materie.

Diese Erscheinung dürfte befremden, weil jene organische Materie eine neutrale, mit den organischen Salzen keine Ver-

bindung eingehende Substanz ist; doch giebt es in der Chemie analoge Beispiele von dem Einflusse neutraler organischer Substanzen — wie u. A. des Zuckers — auf die Löslichkeit ursprünglich in Wasser unlöslicher Substanzen. So ist es bekannt, daß wenn in einer Flüssigkeit z. B. Zucker und ein Kalk- oder Eisensalz u. dgl. gelöst sind, und man ein Reagens anwendet, um den Kalk, das Eisen oder dgl. z. B. als kohlensaures Salz niederzuschlagen, sich nur ein Theil des neuen unlöslichen Salzes nieder schlägt, und stets eine gewisse Menge, durch die Einwirkung der organischen Materie im Wasser gelöst, zurück bleibt. Wasser, welches Zucker oder irgend eine andere Substanz derselben Gruppe einschließt, kann stets in gleicher Weise eine kleine Menge Kieselerde, Thonerde, phosphorsauren Kalk u. a. in Lösung halten; man sagt mit einem chemischen Ausdrucke, daß die Anwesenheit organischer Materien in einer Lösung die Reactionen maskire, weil sich die Niederschläge nur unvollkommen bilden. Der Quarz löst sich nicht direct in einer merklichen Weise in zuckerhaltigem Wasser, wenn man es nicht durch die Einwirkungen einer eigenthümlichen Zerstörung unterstützt, wie durch Glühen und plötzliches Untertauchen in Wasser oder auch durch das fortgesetzte Reiben des Minerals in Berührung mit Zuckerlösung, oder indem es mit einem Alkali verbunden und darauf durch eine Säure zersetzt wurde.

Alle Ursachen der Zerstörung finden sich, wenn nicht gleich, so doch ähnlich, und immerhin mit einer großen Intensität an der Oberfläche des Bodens wieder. Es besteht in der That unter den verschiedenen mineralischen Grundstoffen, welche durch ihre Vermischung die Ackererde bilden, eine unausgesetzte Thätigkeit der Zerstörung; sie wird bedingt durch die Einwirkungen der Luft, ihres Sauerstoffs und ihrer Kohlensäure, zu welchen die Einwirkungen des Wassers, die Temperaturwechsel, so wie die äußerste Zertheiltheit der Körper, welche ihre innige gegenseitige Berührung gestattet, hinzukommen. Alle diese Bedingungen streben gemeinsam nach der Zerstörung der Mineralien, aus welchen der Boden besteht; wenn die feinsten Theile sich unter

Verhältnissen bilden, welche denen der Bildung eines Niederschlages von kohlensaurem Kalk oder von Eisenoxyd durch die Einwirkung eines Reagens in einer zuckerhaltigen Flüssigkeit ganz gleich sind, so werden die Producte der Zerstörung, Kieselerde, kohlensaurer Kalk, Eisenoxyd, Thonerde u. a., in Wasser, welches organische Materie, die im fruchtbaren Boden stets vorhanden ist, gelöst enthält, auch in gelöstem Zustande auftreten.

Wäre es anders möglich zu erklären, wie Kieselerde, Eisen in gelöstem Zustande in Wasser, welches in so geringer Menge im Boden sich findet, daß derselbe nur feucht zu sein scheint, vorhanden sein können? Und doch sind alle diese Mineralsalze in dieser kleinen Wassermenge gelöst enthalten, denn durch Auswaschen des Bodens mit lauwarmem Wasser bringt man nur die löslichen Theile heraus, ohne damit ihre Löslichkeit zu bestimmen, da die Pflanzen durch ihre Wurzeln diese mineralischen Substanzen schon in dem fast trocken scheinenden Boden aufnehmen konnten.

Was die Einwirkung der Kohlensäure auf die Löslichkeit der Salze betrifft, so könnte diese sich nur bei dem kohlensauren Kalk erklären; die Untersuchung ergiebt jedoch, daß sie hier nicht stattfindet, da ein Wasserauszug des Bodens sich durch Kochen nicht trübt, was nothwendig der Fall sein müßte, wenn der kohlensaure Kalk lediglich durch die Einwirkung der Kohlensäure in Lösung erhalten worden wäre.

Diese vorgängigen Erläuterungen waren nöthig, um die über die eigentliche Analyse folgenden Einzelheiten zum Verständniß zu bringen, indem sie im Allgemeinen die Zusammensetzung des Auszuges irgend eines fruchtbaren Bodens angiebt.

II. Verfahren bei der Analyse des Wasser-Auszuges eines Bodens, von Verdeil.

Es ist unumgänglich nothwendig, mit einer Erdmenge von mindestens 10 bis 15 Kilogramm zu arbeiten. Diese von verschiedenen Theilen des Feldes genommene Probe wird an der Sonne oder in einem mäßig warmen Trockenkasten getrocknet; dann wird sie in einem Gefäße mit lauwarmem destillirtem

Wasser begossen, bis die Erde ganz erfüllt und noch von der Flüssigkeit bedeckt ist. Das vorherige Austrocknen ist nöthig, um es dem Wasser zu ermöglichen, mit allen Erdpartikelchen in Berührung zu treten; eine feuchte Erde läßt sich nie vollständig durchdringen und man müßte eine große Menge Wasser anwenden, um einen Extract daraus zu erhalten, während die trockne Erde dem Wasser die löslichen Bestandtheile, welche sie einschließt, leicht übergiebt.

Nach Verlauf einiger Stunden wird die auf der Erde stehende Flüssigkeit filtrirt; alsdann kommt die ganze Masse auf ein Leinentuch, um abzutropfen und wenn keine Flüssigkeit mehr herauskommt, gießt man von Neuem lauwarmes Wasser auf.

Die abfließende Flüssigkeit ist blaß gelblich gefärbt; nachdem sie durch Papier filtrirt worden, ist sie vollkommen klar.

Man dampft sie dann in einer Schale auf dem Wasserbade bis zur Trockne ab.

Der so erhaltene Rückstand ist mehr oder weniger beträchtlich; er wird gewogen, um die Menge der in der analysirten Erde enthaltenen löslichen Substanzen zu bestimmen.

Die Menge des aus einer fruchtbaren Erde erfolgenden Rückstandes wird stets bedeutend sein, wenn man Sorge getragen hatte, die Erde zu trocknen, und wenn man das Aussüßen der Erde mit etwas lauwarmem destillirtem Wasser zwei oder drei Mal wiederholte, derartig, daß man von 10 bis 15 Kilogramm Erde 3 bis 4 Liter Waschwasser erhielt. Diese Vorsicht ist unerläßlich, denn es ist bekannt, daß die porösen Körper, wie Erde, Kohle, Thonerdehydrat u. a., in ihrer Masse die Substanzen, welche in Wasser gelöst in ihnen vorkommen, zurückhalten, und daß man das Auswaschen wiederholen muß, um sie daraus zu gewinnen. Dieser Eigenschaft der porösen Körper verdanken wir es auch, daß der erste Regen nicht im Stande ist, die fruchtbaren Ländereien über die Maßen auszuwaschen.

Um zu bestimmen, in welchem Verhältnisse die organische Materie im Extracte mit den mineralischen Substanzen vereinigt sei, wiegt man eine gewisse Menge des Rückstandes ab

und glüht sie in einem Platintiegel; alle organischen Stoffe werden durch die Hitze zersetzt und in Gasform verflüchtigt; es bleiben im Tiegel die anorganischen Salze. Man wiegt abermals und wenn man das Einäschern gut ausgeführt, die Hitze nicht zu bedeutend gesteigert hatte, so giebt die Gewichtsdifferenz genau die Menge der im Rückstande enthaltenen organischen Materie an.

Die unverbrennlichen Salze sind danach zu analysiren, wie in Anhang III. angegeben wird.

Um allen Stickstoff des Erdextractes in dem trocknen Rückstande zu erhalten, muß man eine kleine Menge des Extractes gesondert unter Zuthun einiger Tropfen verdünnter Schwefelsäure, um das kohlensaure Ammoniak in schwefelsaures zu verwandeln, abdampfen.

Der Rückstand wird in einem Rohre mit Kalk verbrannt, und wie bei allen Stickstoffbestimmungen verfahren.

III. Ueber die Eigenschaften des Extractes der Ackererde.[1])

Wenn man 1 Kilogramm bei 100° getrockneter Erde auf ein Filter thut, so geht das erste Liter kalten destillirten Wassers, welches man aufgießt, wenn durchaus keine Bewegung stattfindet, theilweise durch und führt je nach der Natur des Bodens 0,5 bis 0,1 Gramm gelöster Stoffe mit sich.

Ich bemerke dabei, daß viel Wasser und mit ihm eine gewisse Menge löslicher Stoffe von der Erde mechanisch zurückgehalten wird.

Das zweite Liter zieht etwas weniger von denselben heraus, und so die folgenden.

Je mehr zwischen dem ersten und zweiten Auswaschen die Luft hinzutritt, um so geringer ist die Abnahme.

Wenn man 1 Kilogramm reicher Gartenerde einige Stun-

---

1) M. Risler, der alte Präparator in der Chemie am landwirthschaftlichen Institute zu Versailles, welcher an den Arbeiten des M. Verdeil über die Bodenarten Theil genommen hatte, wünschte die folgende Note der dieses Chemikers hinzuzufügen.

den mit heißem Wasser digerirt, so kann man 0,55 bis 1 pCt. löslicher Stoffe herausziehen.

Der Extract enthält sehr veränderliche Mengen, von 20 bis 70 pCt. organischer Stoffe.

Die Zusammensetzung dieser organischen Stoffe wechselt sehr, doch habe ich in ihnen stets eine größere Menge Kohlenstoff als in der Zellulose gefunden.

Ich habe die Fähigkeit, welche sie besitzen, die Löslichkeit des schwefelsauren Kalkes zu vermehren, festgestellt, indem ich die durch Waschen mit gleichen Mengen Wasser erhaltenen Extracte verglich bei:

a. $\frac{1}{2}$ Kilogr. Eichen-Boden;

b. $\frac{1}{2}$ Kilogr. Eichen-Boden nebst $\frac{1}{4}$ Kilogr. Gyps;

c. $\frac{1}{4}$ Kilogr. Gyps.

Ich hatte diese Substanzen mit sehr reinem Quarzsand gemischt, um den Gyps zu vertheilen.

In der Mischung b löste sich nicht allein mehr Gyps als in c, sondern auch mehr organische Substanz als in a, was zu dem Glauben führt, daß die katalytische Wirkung der organischen Substanzen auf den Gyps eine gegenseitige sei.

Wenn man einen Bodenextract einige Wochen der Luft aussetzt, so bildet sich auf der Oberfläche ein unlösliches Häutchen.

Die gelöste organische Substanz hat sich unter dem Einflusse des Sauerstoffs der Luft zum Theil in Kohlensäure zersetzt.

Dieses Häutchen enthält eine größere Menge mineralischer Substanzen als die Flüssigkeit, und eine viel größere Menge Kieselerde, vor allen aber schwefelsauren Kalk.

Ich verglich die Auszüge, welche ich erhielt, indem ich abgewogene Mengen der Erde auswusch, einerseits a mit reinem destillirtem Wasser, andererseits b mit destillirtem Wasser, welches mit Kohlensäure gesättigt war. Die in b gelösten organischen Substanzen betrugen das Doppelte der in a, doch bestand das Plus nur aus kohlensauren Erden und Alkalien und aus Phosphaten.

III.

Analyse der Pflanzen-Aschen

von M. P. Berthier.

Bemerkung. Diese Analyse kann nicht in so enge Grenzen zurückgeführt werden, um von laienhaften Liebhabern, welchen eine hinreichend vorgeschrittene Praxis in chemischen Arbeiten fehlt, ausgeführt werden zu können; es wird daher stets gerathen sein, sie einem Chemiker zu überlassen. (Bemerkung des M. de Gasparin.)

Die bei der Verbrennung von Pflanzen erhaltenen Aschen enthalten im Allgemeinen Alkalien (Kali und Natron), Kalk- und Bittererde, Eisen- und Manganoxyd, Kieselerde, Phosphor-, Schwefel-, Kohlensäure und Chlor. Man weiß nicht, in welchen Verbindungen diese verschiedenen Substanzen in den Pflanzen sich befinden, und es wäre dies ein wichtiger Gegenstand des Studiums (welcher unter den obwaltenden Verhältnissen große Schwierigkeiten darbieten würde); doch weiß man, daß sie vorzüglich Salze mit organischen Säuren, welche durch die Verbrennung in Kohlensäure umgewandelt werden, einschließen, und die Gesammtheit der bis jetzt ausgeführten Analysen zeigt, daß in den complicirtesten Fällen vorhanden sind: 1) Alkali-Salze (schwefel-, phosphor-, kohlen-, kieselsaure und Chlorverbindungen); 2) Oxyde des Eisens und Mangans, frei oder in Verbindung mit Phosphorsäure; 3) Kalk- oder Magnesia-Salze (phosphor- und kohlensaure); 4) und daß sie stets mit einer größeren oder geringeren Menge von Sand (meist Quarzsand) und gebranntem Thon gemischt sind; diese rühren von erdigen Par-

tikelchen her, welche, man mag machen was man will, immer an den Stengeln und Blättern der Pflanze adhäriren.

Man trocknet die zu verbrennenden Pflanzenstoffe, je nach den beabsichtigten Zwecken, an der freien Luft oder in einem Trockenkasten.

Das Einäschern dieser Stoffe ist im Allgemeinen eine ziemlich schwierige, oft sogar sehr langwierige und sehr mühsame Operation; dies ist der Fall, wenn die Aschen eine große Menge von Alkalien enthalten: dieselben erweichen und verglasen sie, und indem sie den Kohlenstoff umhüllen, verschließen sie ihn der Einwirkung der Luft, um so mehr, als der Kohlenstoff seiner Natur nach schwer verbrennlich ist. Im ersteren Falle entfernt man die Alkalien durch Auswaschen mit destillirtem Wasser und glüht den Rückstand von Neuem; im zweiten Falle zerreibt man sie in einer Achatschale, oder behandelt sie, wenn dies nicht genügt, mit Salzsäure, welche den größten Theil der mineralischen Substanzen löst, und verbrennt den Rückstand zum zweiten Male bis zur völligen Entfärbung.

Wenn man mit großen Volumen operirt, beginnt man die Verbrennung in weiten irdenen Kapseln, welche man auf einem Heerde feuert; danach beendet man sie in einer Platinschale unter einer Muffel, wobei man Sorge trägt, so oft es nöthig erscheint, die Masse zu zerreiben.

Damit es leicht sei, die verschiedenen Pflanzen unter sich bezüglich der Menge an Asche, welche sie geben können, und folglich der Menge mineralischer Substanzen, welche sie enthalten, zu vergleichen, müssen die Salze als Bestandtheile dieser Aschen in gleichem oder wenigstens in einem bekannten Grade der Sättigung darin vorhanden sein. Da sie nun meist kohlensaure Kalk- und kohlensaure Bittererde enthalten, und diese beiden Salze, namentlich das erstere, stets durch die Einwirkung der Hitze, welcher sie unterliegen, zersetzt werden, so ist die Folge davon, daß der Asche ein zur Sättigung der beiden Erden nöthiges Gewicht an Kohlensäure fehlt. Wenn die Analyse beendet ist, muß man daher dem Gewicht der Asche, welche man unreine Asche nennen kann, das Gewicht der Kohlensäure,

welche die Hitze der Verbrennung aus ihr vertrieben hatte, hinzufügen. Andererseits muß man das Gewicht des Sandes und Thones, welchen die Analyse darin gefunden hat, davon abziehen; man erhält dann die Menge der so zu nennenden reinen Asche.

Die phosphorsauren Alkalien scheinen in allen holzigen Theilen der Pflanzen (Wurzeln, Stengel, Blätte u. a.) zu fehlen, während sie in den Mandeln der Steinfrüchte, in den Knollen und auch in den Pilzen, sowie in den Körnern (namentlich in denen der Cerealien, der Oelgewächse und der Leguminosen) im Ueberflusse vorhanden sind. Die Anwesenheit dieser Phosphate macht die Analyse etwas complicirt, und in Betracht dessen ist es rathsam, die Aschen, welche sie enthalten, von denen, die frei davon sind, zu unterscheiden.

Aschen, welche phosphorsaure Alkalien enthalten.

Diese Aschen enthalten immer zu gleicher Zeit phosphorsaure Kalk- und Bittererde, oft eine kleine Menge phosphorsaures Eisen und Mangan und bisweilen auch ein wenig kohlen- oder kieselsaure Alkalien. Außerdem findet man endlich chlor- und schwefelsaure Alkalien, doch nur in sehr kleinen Mengen, darin. Im Allgemeinen kann man bei ihnen die phosphorsauren Alkalien von den phosphorsauren Erden nicht auf eine genaue und leichte Weise trennen; diese bleiben meist gewissermaaßen in einer Verbindung mit jenen, trüben die Flüssigkeiten und verhindern die Filtration. Durch Kochen oder besser Abdampfen zur Trockne und Aufnehmen mit Wasser gelangt man oft dahin, doch ist dies langwierig und unsicher; nichtsdestoweniger bemerkt man, daß die Chlorüre, Sulphate und Carbonate sich sehr leicht und vollständig in der ersten Portion Wasser lösen. Man benutzt diese Beobachtung, um die genannten Salze zu trennen und zu wiegen. Zu diesem Zwecke behandelt man die Asche allmählig mit kleinen Mengen heißen Wassers, filtrirt dies oder begnügt sich auch mit dem Decantiren, dampft es zur Trockne ein, filtrirt von Neuem und analysirt das Filtrat. Dies geschieht in folgender Weise: man setzt Essigsäure hinzu, schlägt die Schwefel-

säure mit salpetersaurem Baryt nieder, danach das Chlor und die Phosphorsäure mit salpetersaurem Silber und wiegt letzteren Niederschlag nach dem üblichen Trocknen; alsdann behandelt man ihn mit reiner Salpetersäure, scheidet dadurch das phosphorsaure Silber, und es bleibt das reine Chlorsalz, welches man wiegt. Aus der Differenz bestimmt man das Gewicht des phosphorsauren Silbers, nach welchem man die Menge des phosphorsauren Kali berechnet; endlich gewinnt man das Gewicht der Carbonate aus dem Unterschiede. Wenn man das letztere direct bestimmen wollte, müßte man zur Sättigung Salzsäure statt Essigsäure anwenden, abdampfen, um den Ueberschuß der Säure zu verjagen, mit Wasser aufnehmen, das Chlor von Neuem bestimmen, indem man das bei der ersten Untersuchung erhaltene Gewicht abzöge, und daraus das Aequivalent an kohlensauren Alkalien durch Berechnung bestimmen.

Wenn diese Operationen gemacht sind, behandelt man eine neue Menge von Asche mit kochender Salzsäure, dampft sie zur Trockne ab, nimmt mit derselben Säure auf und verdünnt danach mit Wasser. Es bleibt fast immer etwas Sand, dem oft eine kleine Menge gelatinöser Kieselsäure beigemischt ist, zurück. Man trennt letztere von dem Uebrigen durch eine concentrirte und heiße Lösung von kaustischem Kali, durch welches sie gelöst wird, und gewinnt ihr Gewicht aus dem Unterschiede, nachdem man den Sand gewogen hat.

Man übersättigt die Lösung mit Ammoniak, wodurch phosphorsaurer Kalk, Bittererde, Eisen und Mangan ausgeschieden werden. Indem man diesen Niederschlag glüht und wiegt, erhält man aus dem Unterschiede die Menge der alkalischen Salze; man kann übrigens eine directe Gegenprobe machen, indem man die filtrirte Lösung zur Trockne abdampft und den Rückstand glüht, um alle Ammoniaksalze zu verjagen.

Die gefällten Erden zerreibt man und löst sie in der Wärme mit so wenig Salzsäure wie möglich wieder auf; man darf nur sehr wenig nehmen, weil die Phosphate sich lösen, sobald sie in saure Salze verwandelt worden sind. Indem man zur Lösung mit Wasser verdünntes oxalsaures Ammoniak setzt, fällt man

sämmtlichen Kalk und Mangan, und es bleiben phosphorsaure Magnesia und phosphorsaures Eisen in der Lösung, welche man ihrerseits durch Ammoniak ausscheidet. Da Eisen und Mangan sich im Allgemeinen nur in äußerst kleinen Mengen in der Asche vorfinden, so begnügt man sich meist damit, ihre Anwesenheit anzugeben; man erkennt dieselbe an der ockrigen Färbung, welche das Eisen mittheilt, und an der schwarzen des Mangans. Uebrigens ist es auch leicht, dieselben zu bestimmen: hierzu behandelt man den durch Glühen des oxalsauren Kalkes entstandenen kohlensauren Kalk mit schwacher Salpetersäure oder mit Essigsäure, welche das Mangan ungelöst lassen, oder man löst ihn in Salzsäure und scheidet das Eisen durch Ammoniak aus. Behufs der Phosphate der Bittererde und des Eisens löst man wieder in Salzsäure auf, kocht die Lösung mit einem Ueberschuß an Kali, welches alle Phosphorsäure bindet, und es bleiben die beiden Basen, welche man in diesem Zustande mit Hülfe einer schwachen Säure von einander trennen kann, wie man das Eisenoxyd und Manganoxydul von dem Kalke trennt.

Es ist darauf hinzuweisen, daß es Aschen giebt, welche phosphorsaure Alkalien enthalten, und welche dennoch, wenn man sie mit reinem Wasser behandelt, klare, alle alkalischen Bestandtheile enthaltende Lösungen geben; hierher gehören z. B. die von der Verbrennung der Knollen und der Pilze herrührenden Aschen. Die Analyse solcher Aschen wird hierdurch sehr vereinfacht und gestaltet sich wie die Analyse der Aschen, welche keine phosphorsauren Alkalien enthalten.

Aschen, welche keine phosphorsauren Alkalien enthalten.

In diesen Aschen sind im Allgemeinen kohlensaure, schwefelsaure, Chlor- und kieselsaure Alkalien, phosphorsaurer Kalk, phosphorsaures Eisen oder Eisenoxyd, Manganoxydul, kohlensaurer Kalk und Magnesia, Kieselerde und endlich beigemengter Sand und Thon vorhanden. Durch Behandlung mit kochendem Wasser löst man meist die sämmtlichen alkalischen Salze, bisweilen jedoch sind die kieselsauren Alkalien nicht zersetzt und nur zum Theil löslich, und dann bleiben im unlöslichen Rückstande

überkieselsaure Alkalien. Das Stroh der Cerealien ist fast immer in diesem Zustande. Wie dem auch sei, stets analysirt man den im Wasser sich lösenden und den ungelösten Theil getrennt.

Man dampft die wässerige Lösung ein, erhitzt den Rückstand bis zum Schmelzen und wiegt ihn, während er noch warm ist, weil er fast immer sehr leicht zerfließt. Hierauf behandelt man ihn mit Essigsäure, vertreibt den Ueberschuß derselben durch Verdampfen und filtrirt, um die Kieselerde zu trennen: die Schwefelsäure in der Lösung fällt man allmählig durch salpetersauren Baryt und das Chlor durch schwefelsaures Silber; von dem Gewichte dieser Niederschläge zieht man das Gewicht des schwefelsauren Kali und Chlor-Kaliums ab und erhält im Unterschiede die Menge der kohlensauren Alkalien.

Nun wenden wir uns zu dem in Wasser unlöslichen Rückstande; ein bestimmtes Gewicht desselben glüht man stark, so daß sämmtliche Kohlensäure daraus vertrieben wird, und wiegt den Rückstand. In diesem Rückstande finden sich nur Erden mit Oxyden des Eisens und Mangans, weil die geringe Menge Kohle, welche in der unreinen Asche zurückgeblieben sein könnte, als Kohlensäure vertrieben worden ist. Eine andere Menge der unreinen ausgewaschenen Asche behandelt man mit Salzsäure, dampft ab zur Trockne, nimmt mit derselben Säure wieder auf, verdünnt mit Wasser, und es bleibt gelatinöse Kieselsäure, gemischt mit Erde und Thon, ungelöst; von letzteren trennt man jene durch Aetz-Kali, wie oben angegeben worden ist. Indem man zu der salzsauren Flüssigkeit Ammoniak setzt, schlägt man phosphorsauren Kalk, phosphorsaures Eisen, Magnesia und Manganoxydul nieder, weil der Kalk sich den zwei letzten Stoffen gegenüber fast immer im Ueberschusse vorfindet. Man wiegt den geglühten Rückstand, nimmt ihn dann mit Salzsäure wieder auf, wie oben angegeben wurde, und schlägt in der Lösung erst den Kalk und das Mangan durch oxalsaures Ammoniak, dann die Bittererde und das Eisen durch phosphorsaures Ammoniak nieder. Aus dem Gewichte des durch Glühen des oxalsauren Salzes gewonnenen Kalkes berechnet man den phosphorsauren Kalk (welcher die Zusammensetzung des Phos-

phates der Knochen hat), zersetzt endlich durch heißes Aetz-Kali die eisenhaltige phosphorsaure Bittererde, nachdem man sie in Salzsäure gelöst hatte, und trennt das Eisen von der Bittererde, wie dies weiter oben angegeben wurde. In der Flüssigkeit, aus welcher man die phosphorsauren Erden abgeschieden hat, bleiben noch Kalk und Bittererde; man schlägt sie nach einander, den Kalk durch oxalsaures Ammoniak, die Bittererde durch phosphorsaures Ammoniak, nieder, vorausgesetzt, daß in der Flüssigkeit nicht gleichzeitig eine namhafte Menge von Alkalien blieb, was durch eine Voruntersuchung festzustellen war. Ist dies der Fall, so dampft man nach der Abscheidung des Kalkes die Flüssigkeit ein, glüht den Rückstand, und es bleibt eine Mischung von Chlor-Alkalien, Chlormagnesium und kaustischer Magnesia. Man behandelt dieses Gemisch mit heißem Wasser, welches die Chlorverbindungen löst und die Magnesia zurückläßt; man wiegt letztere und bestimmt die Menge der ersteren aus dem Unterschiede; endlich fällt man die Magnesia durch phosphorsaures Ammoniak unter Beifügung von Ammoniak, berechnet leicht die Menge des Chlormagnesiums und aus dem Unterschiede die Menge der Chloralkalien.

Wenn alle diese Operationen ausgeführt worden sind, ist es leicht, die Zusammensetzung der Asche zu berechnen: man giebt dem Kalke und der Magnesia die ganze Menge an Kohlensäure, welche zu deren Sättigung erforderlich ist, und danach hat man auch die Menge der reinen Asche, welche der unreinen Asche, die man zu analysiren hatte, entspricht.

Für den Gebrauch der Agronomen und vorzüglich der Physiologen ist es zweckentsprechend, die Zusammensetzung der Aschen in zweierlei Weise auszudrücken: erstens in Decimalen des Gewichtes der reinen Asche, und zweitens in Decimalen des Gewichtes der zugehörigen Pflanze oder Pflanzensubstanz im getrockneten oder natürlichen Zustande.

IV.

Bemerkung über die Lupine.

Die Lupine ist für lehmige Sandböden der passendste Gründünger; auf Kalkboden treibt sie ganz dicht vom Boden aus einen Blüthenstiel, an welchem die Blüthen von oben nach unten vertrocknen, ohne Saamen ansetzen zu können.

In den Umgebungen von Nîmes, Vienne und Lyon baut man sie auf dem lehmig-sandigen Alluvium an, welches die kieseligen Ebenen der Rhoneufer bildet und sich in Languedoc gleichlaufend mit dem Meere hinzieht.

In diesen Theilen des Südens säet man die Lupinen im Februar auf eine gute Pflugfurche und bringt den Saamen mit der Egge unter die Erde. Sie dürfen nicht tief untergebracht werden. Will man Körner gewinnen, so säet man geeignet 120 Liter auf einen Hectar; dagegen streut man 150 Liter aus, wenn man Blattwerk zum Unterpflügen sich verschaffen will. Die guten Landwirthe jedoch behaupten, daß man die Menge von 120 bis 140 Liter selbst dann nicht überschreiten dürfe, wenn man Blattwerk haben wolle und daß, wenn die Lupine zu dicht stände, die Pflanzen einen einzigen Stengel trieben und nicht buschig würden. Bei Nîmes kostet der Hectoliter Körner 15 Fr., bei Lyon haben wir ihn oft für 13 bis 14 Fr. erhalten (1 preuß. Scheffel 57 bis $61\frac{1}{2}$ Sgr.). Im Mai, wenn die Pflanze geblüht und ihre volle Entwickelung erreicht hat, bringt man sie mit einem Wendepfluge unter. Durch ein unter dem Baume angebrachtes Brett bewirkt man, daß die Stengel gebogen wer-

den, bevor das Seg sie erreicht. Es ist wesentlich, das Unterbringen auszuführen, wenn der Boden frisch genug ist, um eine gleichmäßige, von Schollen freie Arbeit zu gestatten. Im entgegengesetzten Falle gehen viele schlecht untergepflügte Pflanzen verloren.

Das Körnererzeugniß ist natürlich je nach dem vom Boden schon erlangten Reichthume verschieden: hier sagt man uns, daß nur sechs Hectoliter Körner vom Hectar gewonnen würden; dort erhält man deren zwölf. Ebenso ist die Menge des Futtergewinnes nach dem Boden und der Witterung verschieden.

Man nimmt eine einzige Getreideernte von dieser Düngung und hält sie für sicherer, als die von einer Mistdüngung. Das Stroh ist weniger reichlich, aber die Körner sind schwerer und glatter; die Felder sind weniger durch Unkräuter verunreinigt (Bemerkung der Hrn. J. Roland und Fabre zu Nîmes.)

Kosten der Lupinencultur.

Säen und Unterpflügen	48 Fr.
12 Decaliter Saamen à 2 Fr. 50 Cent.	30 „
Halbjährige Pacht des Ackers	30 „
	108 Fr.

Es wurden 4000 Kilogramm an der Luft getrocknetes Lupinenkraut gewonnen, in diesen 1,65 pCt. und im Ganzen 66 Kilogramm Stickstoff; es kostet demnach 1 Kilogramm Stickstoff $\frac{108}{66}$ = 1 Fr. 63 Cent.

V.

Bemerkung über die Erfindung eines neuen Transportmittels für Dünger in England.

Die Vertheilung des Düngers mittelst Röhren, welche auf das Feld führen und durch welche der flüssige Dünger mittelst Druck getrieben wird, wurde zuerst durch Mr. Moll im Journal d'Agriculture, 3. Serie, S. 45. 177, mitgetheilt, er gab Mr. Kennedy die Ehre der Erfindung; später nannte Mr. Lavergne, Seite 218 seines Essai sur l'Économie rurale de l'Angleterre, Mr. Huxtable als dessen Erfinder. Bei der Ungewißheit, in welcher mich diese beiden Behauptungen ließen, wandte ich mich an Mr. Chadwick, Secretair des Gesundheitsbüreaus in London, um die Wahrheit zu erfahren. Folgendes ist die Uebersetzung eines Auszuges aus dem Briefe, welchen er mir den 16. December 1853 schrieb:

„Was die Frage über die Erfindung des neuen Systems im landwirthschaftlichen Gewerbe, einfaches Wasser oder flüssigen Dünger mittelst Bewässerungsröhren in Form von Regen oder Wasserstrahl zu vertheilen, betrifft, so bin ich der Erfinder desselben. Ich beanspruche dies beharrlich mehr in Anderer, als in meinem eigenen Interesse. Meine landwirthschaftlichen Studien waren der Verbesserung des Gesundheitszustandes der Bevölkerung in den Städten zugewendet. Seit 1839 bis heut habe ich mit ernster Aufmerksamkeit alle Fragen, welche auf diesen Gegenstand Bezug haben, verfolgt. Ich habe alle fremden und einheimischen Dokumente, welche veröffentlicht worden sind,

zusammengestellt und meine eigenen Arbeiten veröffentlicht, ohne meine persönlichen Ansprüche in den Vordergrund zu stellen."

„Es geschieht oft, daß die Ingenieure Hülfsmittel, deren Ursprung sie nicht angeben, als ihnen angehörige vorbringen. Vielleicht war es Nachlässigkeit, daß ich über die Früchte meiner eigenen Beobachtungen mit Stillschweigen hinwegging; ich kann indeß versichern, daß die Gesammtheit der Schlußfolgerungen von Nr. 1. bis Nr. 6., Seite 50 des „Entwurfes der Benachrichtigungen des Büreaus von der Benutzung des Stadtkothes zu landwirthschaftlichen Productionen" meine Schöpfung ist, desgleichen die von Nr. 6. bis Nr. 10, S. 60 und 61. Ich glaube nicht, daß vordem irgend eine andere Darstellung dieses Gegenstandes gemacht worden sei, und daß kein materieller Fall, welcher irgend eine Analogie mit dem neuen in Rede stehenden, in dem Entwurfe der Information über die Anwendung der Stadtdünger zu landwirthschaftlichen Culturen zuerst enthüllten Düngungssysteme hatte, sich zuvor ereignet habe. Berufen, ernstlich und beständig über die Mittel, den Gesundheitszustand unserer Städte zu verbessern, nachzudenken, fand ich, daß sie vollständig und ökonomisch nur durch die ununterbrochene Wegführung aller animalen Substanzen in Auflösung von Wasser könnten gereinigt, und daß jedoch diese faulige Flüssigkeit nicht ohne Nachtheil in die natürlichen Wasserläufe könne geleitet werden; ferner erkannte ich im Voraus die Wichtigkeit, diese fetten Wasser zu benutzen; nachdem ich mich überzeugt hatte, daß die Vertheilung dieser Wasser in Edinburgh und Mailand bei der Bewässerung der Wiesen stattfinde und hier schädliche Ausdünstungen verursache, hielt ich es für nöthig, ein anderes Mittel zur Anwendung dieses flüssigen Düngers zu erfinden. Ich dachte zuerst daran, den Stalldünger durch die Methode, welche ich unterirdische Bewässerung nennen will, zu transportiren. Sie besteht darin, dieses Wasser durch Thonröhren circuliren zu lassen, derartig, daß der Untergrund, aus dem die Pflanzen ihre Nahrung schöpfen, gedüngt werde. Ich glaube noch, daß diese Methode mit Vortheil angewendet werden könne, hatte jedoch nicht das Glück, sie oft genug in

Ausführung zu sehen, um im Stande zu sein, sie als praktisch der Oeffentlichkeit zu übergeben."

„In derselben Zeit kam ich auf die Methode, diese Wasser in einem durch Pressung erzeugten Strahle zu vertheilen, indem die durch Dampf oder eine andere Kraft bewirkte Pressung sie in ein langes, mit einem biegsamen Theile endendes Rohr forttreibt. Der außerordentlich geringfügige Preis des Quellwassers, der selbst in den höchstgelegenen Stadtheilen nur 10 bis 15 Cent. beträgt; die Menge Wasser, welche, mit den Armen geführt, auf mehrere Francs kommt, brachten mich auf den Gedanken, dieselbe Methode zum Heben und Vertheilen der Spülwasser als Dünger auf die Wiesen und Felder anzuwenden. Ich hatte schon bemerkt, daß das Wasser, welches unsere Städte versieht, eben so viel Schlamm, wie das mit flüssigem Dünger gemischte, zu einer einzigen Düngung bestimmte, enthalte. Im Sommer 1842 (S. 12 meines Rapports) veranlaßte ich den Sohn eines ausgezeichneten Manufacturisten, Mr. Henry Thimpson von Cliterhoe, die ersten Versuche damit zu machen. Sie werden den Bericht über diese Versuche in dem Anhange zum Rapporte Seite 149 finden. Herr Dr. Lyon Playfair war damals auf Besuch bei Mr. Thimpson und war Zeuge dieser ersten Anwendung der Röhre und des Strahles. Ich rief selbst andere Versuche ins Leben; sie sind Seite 12 des Entwurfs und Seite 147 des Anhanges aufgeführt, und ich versichere als durch die Erfahrung bestätigt die auf Seite 13 angedeutete ungeheure absorbirende Kraft der Erde. Diese Einzelnheiten sind vom Herrn Professor Way weiter ausgeführt, und chemische Versuche, welche er zur Bestätigung angestellt hat, veröffentlicht worden in dem Journal of the R. Agricultural Society."

„Mr. Smith zu Deanston hatte vordem die Verwendung der Ausgußwasser der Städte auf Wiesen vorgeschlagen, ich empfahl sie Mr. Thimpson; Mr. Smith nahm später mein Prinzip an und machte eine Anwendung desselben auf einer Farm zu Glasgow, Mr. Hervey gehörig. Dieser, Seite 113 des Rapportes mitgetheilte Versuch scheint mir entscheidend."

„Ich selbst habe die Aufmerksamkeit des Mr. Huxtable auf diesen Gegenstand gelenkt und ihn gebeten, einen Versuch damit zu machen; er hatte die Absicht, darüber in einem bei dem verstorbenen Sir Robert Peel versammelten landwirthwirthschaftlichen Comité zu sprechen. Ein Sohn des Letzteren, der Capitain Peel, befragte mich um Rath über die Anwendung dieses Verfahrens bei ihm, wo man einen Versuch damit schon gemacht hatte. Bei Bildung der Gesellschaft, welche mit der Prüfung der Ausgußfrage der Hauptstadt beauftragt wurde, trug ich darauf an, einige Versuche anzustellen, und machte dies zum Gegenstand meines Rapportes, welcher gedruckt wurde. Eine große Anzahl Exemplare dieses Rapportes habe ich vertheilt und ein Exemplar desselben dem ehrenwerthen Mr. J. Kennedy übersandt, welcher es an einen Verwandten, Mr. Kennedy zu Air schickte. Mr. Kennedy sagte, daß, nachdem er diesen Rapport gelesen habe, seine Gedanken nach dieser Seite hingelenkt worden wären und er, vorzüglich nachdem er das ausgeführte Beispiel zu Glasgow gesehen, einen geschickten Ingenieur aufgefordert habe, zu ihm zu kommen, um bei ihm ein System der Arbeit zu entwerfen. Bei ihm ist der erste große und vollständige Versuch gemacht worden. Sein Beispiel wurde von Mr. Telfair und in mehreren Farmen Schottlands befolgt."

„Der ehrenwerthe Mr. Dudley von Forstcue und ich prüften diese Fälle im Detail, und nachdem wir sie in dem Entwurfe der Benachrichtigungen beschrieben hatten, konnten wir ihn in der Weise redigiren, um ihm an den verschiedenen Orten, deren Gesundheit eine intelligente Vertreibung der Stadtdünger erheischte, Gehör zu verschaffen."

„Diesen Entwurf der Benachrichtigungen übersandte ich Mr. Mechi. Er wurde bekehrt und hat sich entschlossen, dessen Prinzipien anzunehmen. Auf mein Anrathen hat er bezüglich der Ausführung seiner Arbeiten sich an Mr. See, einen unserer Ober-Ingenieurs, gewandt. Das Beispiel des Mr. Mechi gehört zu den entscheidendsten und best ausgeführten in Süd-England. Einer unserer gelehrten und geschickten Gärtner be-

dient sich ziemlich allgemein des flüssigen Düngers; ich habe ihm Rath über die Anwendung der unterirdischen Röhren behufs seiner Vertheilung gegeben, und er antwortet mir, daß er das System der Bewässerungsröhren beim Krystallpalaste von Sydenham in einem 80 Hectar großen Garten ausgeführt habe. Er beabsichtigt auch dort die Fläche mit einem doppelten Systeme von Röhren, das eine für reines Wasser, das andere für flüssigen Dünger, zu belegen. Diese neuen Hülfsmittel, welche unter der Leitung erfahrener Gärtner, die den flüssigen Dünger schon anzuwenden wußten, ausgeführt wurden, werden glänzende landwirthschaftliche Resultate, wie man deren bisher noch nicht gesehen hat, geben."

Dieser Brief enthält die vollständige Geschichte des Systems der Dünger-Vertheilungsröhren, dessen Erfindung dem Mr. Chadwick nicht mehr streitig gemacht werden kann.

VI.

Kosten der Besprengung mit flüssigem Dünger.

Wir geben hier die Zusammenstellung der Kosten, welche die Anlage zur Besprengung mit flüssigem Dünger auf einer Farm Großbrittanniens verursachte:

Mr. Huxtable. Größe der Farm: 105 Hect.

	Frcs.	
1,001 Meter gußeiserne Röhren von 10 Centim. Durchmesser	3,726.90	
3,904 Meter Röhren von 8 Centim. Durchmesser	9,252.07	18,223.65 Frcs.
Einrichtung	4,614.43	
25 Hähne und ihre Einrichtung	630.25	
182 Meter Schlauch von präparirter Leinwand		352.94 "
		18,576.59 Frcs.

Kapital-Auslage auf 1 Hectar 176 Fr. 92 Ct.

Jährliche Ausgaben:

Zinsen von 18,223 Fr. 65 Ct. à 7½ pCt.	1,366.77
" " 352 " 94 " à 25 "	88.00
Triebkraft	1,461.00
Dirigiren der Leitungen	853.60
	3,769.37 Frcs.

oder auf 1 Hectar 35 Fr. 89 Ct.[1])

1) Aus Hartstein's umfassenden Mittheilungen über diesen interessanten Gegenstand entnehmen wir als Durchschnitt vieler Anlagen genannter Art:

auf 1 Hectar jährliche Zinsen	21.66 Fr.
" Betriebskosten	15.50 "
Summa	37 Fr. 16 Ct.

D. Uebers.

Die Schläuche sind gewöhnlich von Guttapercha statt von Leinwand, kosten dann mehr, halten aber länger.

Wenn man Betonröhren statt der Gußröhren anwendet, so spart man, welches immer ihr Durchmesser sein mag, vorausgesetzt, daß er 12 bis 15 Ct. nicht überschreitet, am Anlage-Kapitale 5620 Fr. Die Betonröhren, deren Darstellung nach Angabe des M. A. de Gasparin im Folgenden mitgetheilt ist, kosten nämlich nur 1 Fr. bis 1 Fr. 50 Ct. der Meter statt 3 Fr. 75 Ct. bis 4 Fr. Die Zinsen jener Kapital-Ersparniß berechnen sich à $7\frac{1}{2}$ pCt. auf 420 fl., so daß die jährlichen Ausgaben nur 3348 fl. oder 31 Fr. 88 Ct. pro Hectar statt 35 Fr. 89 Ct. betragen.

Verfahren des M. Augustin de Gasparin, Wasserleitungen herzurichten.

Man macht einen Graben von der Tiefe, welche man der Leitung geben muß. Auf den Boden klatscht man ein Beton-Lager; auf dieses legt man einen mit Wasser gefüllten Leinwandschlauch, ähnlich denen der Feuerspritzen; das Ende hält man in die Höhe, damit der Druck den liegenden Theil voll und aufgetrieben erhält. Dann bedeckt man das Ganze mit einer starken Lage Beton. Man zieht nun den Schlauch, indem man ihn leert, heraus und wendet ihn von Neuem an, um die Operation von Strecke zu Strecke fortzusetzen. Mehrere dieser Leitungen, welche länger als 12 Jahre bestehen, haben durchaus keine Verschlechterung gezeigt.

VII.

Mist einer Kuh

von 760 Kilogramm lebendem Gewichte in Hohenheim (Würtemberg).

	Fr.	
Werth der Kuh 240 Fr., deren Zinsen	12,00	
Abnutzung $\frac{1}{30}$	8,00	
Zinsen des Geräthe-Kapitals	10,00	
Unterhaltung derselben	0,57	
Besen	0,65	85,47
Arznei	0,58	
Beleuchtung	0,72	
Wartung à 13 Cent. täglich	47,45	
Zinsen des Gebäude-Kapitals	2,50	
Bulle	3,00	
Futter, 6925 Kilogramm Heu à 3 Fr. 20 Ct.	221,60	250,80
Streu, 1460 " " à 2 Fr.	29,20	
		336,27

Producte:

77 pCt. eines Kalbes à 34 Fr.	26,18	
Milch, 1992 Liter à 10 Ct.	199,20	336,27
Mist mit 41,41 Kilogramm Stickstoff (s. u.)	110,89	

1 Kilogr. des Stickstoffs im Miste kostet:

$$\frac{110,89}{41,41} = 2 \text{ Fr. } 67 \text{ Ct.}$$

Erzeugung des Mistes:

5,135 Kilogramm Heu mit 1,15 pCt. oder 59,00 Kilogramm Stickstoff

davon 83 pCt. 48,97 Kilogramm Stickstoff

Transport 48,97 Kilogramm Stickstoff.

Transport	48,97	Kilogr. Stickstoff
Abzug für 1992 Liter Milch mit 57 pCt. oder	11,35	„ „
bleiben	37,62	Kilogr. Stickstoff
hinzuzufügen für 1460 Kilogr. Stroh	3,79	„ „
Summe des Stickstoffs im Miste	41,41	Kilogr. Stickstoff.

Jede 100 Kilogramm des lebenden Thieres haben mit Ausschluß des Strohes 4 Kilogramm Stickstoff in ihrem Miste gegeben.

VIII.

Brittische Kühe, nach M. Heuzé.

13 Kühe, lebendes Gewicht im Mittel 400 Kilogramm.
Ihre Nahrung bestand in folgenden Futtermitteln:

5,850	Kilogr.	Wasserrüben,	mit	0,13	pCt.	oder	7,60	Kilogr. Stickstoff
9,360	"	Rutabaga	"	0,17	"	"	15,91	" "
6,240	"	Kartoffeln	"	0,36	"	"	22,46	" "
7,360	"	Runkeln	"	0,21	"	"	16,46	" "
35,640	"	Kohl	"	0,28	"	"	99,79	" "
55,770	"	Klee	"	1,54	"	"	358,86	" "
7,020	"	Mais	"	0,18	"	"	12,63	" "
							533,71	Kilogr. Stickstoff

Aequivalent: 46,323 Kilogr. Heu und nicht 56,160 Kilogr., wie M. Heuzé sagt. Uebrigens ist diese Futtermenge für Kühe obiger Schwere genügend.

	Fr.	
Preis der Kuh 150 Fr., deren Zinsen	97,50	
Amortisation des Werthes mit $\frac{1}{30}$	65,00	
Unterhaltung der Utensilien	20,00	
Beleuchtung	10,00	
Arznei	30,00	887,50
Gebäude-Zins	50,00	
Wartung { ein Knecht 120 Fr., eine Kuhmagd 60 ", Kost u. Wäsche 432 " }	612,00	
Bulle	3,00	
Futter, 46,323 Kilogr. Heu à 3 Fr. 20 Ct.	1482,33	2042,33
Streu, 28,000 " Stroh à 2 "	560,00	
		2929,83

Producte:

11 Kälber	110,00 Fr.
1920 Liter Milch von jeder Kuh oder	
23040 „ „ „ den 13, à 10 Ct.	2304,00 „
Mist mit 387,63 Kilogr. Stickstoff	515,83 „
	2929,83 Fr.

Das Kilogramm Stickstoff $= \frac{515,83}{387,62} =$ 1 Fr. 33 Ct.

Die Kälber wurden viel jünger als in Hohenheim verkauft, auch ist die Menge der Milch verhältnißmäßig bedeutender. Diese Unterschiede vermehren den Werth des Mistes und vermindern seine Menge.

Das Futter enthält	532,71 Kilogr. Stickstoff
davon 83 pCt.	442,14 Kilogr. Stickstoff
Abzuziehen sind für 23,040 Liter Milch à 57 pCt. oder	131,32 „ „
bleiben	310,82 Kilogr. Stickstoff
hinzuzuzählen sind für das Stroh	76,80 „ „
Summa	387,62 Kilogr. Stickstoff

Jede 100 Kilogramm des lebenden Thieres haben mit Ausschluß der Streu 5,97 Kilogr. Stickstoff im Miste gegeben.

In Hohenheim erhielten je 100 Kilogramm lebendes Thier im Futter jährlich 10,48 Kilogramm, oder täglich 28,7 Gramm Stickstoff, M. Heuzé gab jährlich 10,24 Kilogramm, oder täglich 28,6 Gramm Stickstoff.

Wollten wir die Futterpreise ändern, so würden wir mit ihrer Steigerung den Werth des Mistes erhöhen.

Mit der Herabsetzung des Milchpreises würden wir den Werth des Mistes erhöhen.

So koste in der Berechnung der brittischen Kühe das Futter à 4 Fr. statt à 3 Fr. 20 Ct. Der Preis der Milch bleibe derselbe:

dann kommt der Mist auf	2 Fr. 99 Ct.
kostet das Futter 5 Fr., „ „ „ „ „	3 „ 50 „
„ „ „ 6 „ „ „ „ „ „	4 „ 68 „

M. Heuzé hat eine sehr interessante Arbeit über den Werth der Milch bei ihren verschiedenen Verwendungen gemacht;

folgen wir ihm bei seinen Deductionen, um zu sehen, welchen Einfluß dieselben auf den Werth des Mistes haben können.

In der Stadt verkaufte er die Milch für 0,20 Ct., der Mist wurde alsdann umsonst gegeben.

Verkaufte man sie zu	15 Ct.	so hatte man ihn noch umsonst;
bei der Käsebereitung zu	10 „	kostet der Mist 1 Fr. 32 Ct.
„ „ Butterbereitung zu	7,8 „	„ „ „ 3 „ 20 „
„ „ Kälberzucht zu	5,8 „	„ „ „ 3 „ 83 „

Man muß daher große Achtsamkeit auf die Verwendung der Producte haben. Die nachlässigen Wirthe glauben sich der weiteren Sorgen überhoben, wenn sie von ihren Kühen viel Milch erhalten; die sorgsamen wissen, daß sie mit der halben Menge dasselbe erreichen können, wenn sie eine bessere Verwendung derselben ausfindig machen.

IX.

Mästen von 100 Hammel (1850). Mittleres Gewicht 40 Kilogramm.

	Fr.	Fr.
200 Zoll-Centner Luzerne à $2\frac{1}{2}$ Fr.	500,00	554,00
Stroh	54,00	
Einkauf zu 50 Ct. à Kilogr. lebend	2000,00	2332,50
Zinsen auf 3 Monate à 6 pCt.	40,00	
Versicherung auf 3 Monate à 2,5 pCt.	50,00	
Gebäude-Zinsen von 1,250 Fr. à 6 pCt.	62,50	
Hüterlohn während 3 Monate	180,00	
		2886,50

Producte:

100 Hammel im Gewichte von 52 Kilogramm à 50 Ct.	2600,00 Fr.
Mist mit 183,6 Kilogramm Stickstoff	286,50 „
	2886,50 Fr.

Der hohe Preis des Mastviehes und die Verabredung der Fleischer haben nicht erlaubt, für das Fleisch nach dem Mästen einen höheren Preis als vorher zu erzielen.

1 Kilogr. Stickstoff im Miste kostet $\frac{286,50}{183,6} = 1$ Fr. 56 Ct.

Detail der Mist-Erzeugung.

200 Zoll-Centner Luzerne enthalten	194,00 Kilogramm Stickstoff
von dem der Hammel 0,91 zurückgiebt	176,50 Kilogramm Stickstoff
das Stroh enthält	7,10 „ „
Der Mist enthält in Summa	183,60 Kilogramm Stickstoff.

X.

Pferd.

Folgende Ausgaben verursachte ein Pferd von 450 Kilogramm Gewicht:

	Fr.	Fr.
Ankauf des Pferdes 700 Fr., Zinsen à 6 pCt.	42,00	
Risico 10 pCt.	70,00	
Geschirr 65 Fr. à 25 pCt.	17,00	
Ackerwerkzeuge und Wagen 215 Fr. für 2 Pferde oder 107 Fr. 50 Cent. für eins, à 20 pCt.	21,40	181,62
Schmidt	12,00	
Arzt	3,00	
Beleuchtung	0,72	
Wartung	10,50	
Stallung	5,00	
Futter, Aequivalent von 6570 Kilogr. Heu à 3 Fr. 20 Ct.	210,25	227,85
Streu, 879 Kilogr. Stroh à 2 Fr.	17,60	
		409,47

Die Production besteht in zwei Unbekannten — dem Preise der Arbeit, von der wir wissen, daß sie 210 Tagewerke betrug, und dem des Mistes.

Als Norm der Arbeit nehmen wir die Leistung eines Tages in mittelschwerem Boden, wo das Dynamometer-Spatel 50 Millimeter eindringt und in der Tiefe von 16 Centimeter arbeitet. Ein Tagewerk besteht in der Bearbeitung von 47 Aren 60 Centimeter; dies ist gleich einer Kraft, welche 332 Cubikmeter Wasser 1 Meter hoch heben würde. Mittelst einer Noria hebt ein Pferd in einem Tage 6—900 Cubikmeter und ist dies eine viel angestrengtere Arbeit als die mittlere unserer Arbeitsthiere.

Das durch die Röhren geleitete Wasser kommt à Cubikmeter auf ungefähr 0 Fr. 0042 Cent.; diesen Preis finden die Landwirthe genügend billig und es würde bei diesem Satze das Tagewerk eines Ackerpferdes 1 Fr. 39 Cent. werth sein.

Der Mist seinerseits berechnet sich in folgender Weise:

		Kilogr.	
6570 Kilogramm Heu enthalten		75,55	Stickstoff;
durch Verluste vermindert auf 81 pCt.		61,19	"
zu berechnen und abzuziehen auf 210 Tage à 10 Stunden, während welcher das Pferd nicht im Stalle ist		14,67	"
	Rest	46,52	"
das Stroh enthält		2,28	"
	der Mist enthält in Summa	48,80	"

Die Einnahme stellt sich somit folgendermaaßen:

210 Tagewerke à 1 Fr. 39 Cent.	291,90	Fr.
48,80 Kilogramm Stickstoff im Preise von	117,57	"
	409,47	Fr.

1 Kilogramm Stickstoff gilt sonach $\frac{117,57}{48,80}$ = 2 Fr. 41 Cent.

Diese Größe ist je nach dem Preise des Futters veränderlich; gilt z. B. das Heu 5 Fr., so erhalten wir das Kilogramm Stickstoff zu 4 Fr. 83 Cent. Man kann aber auch einen höheren Arbeitswerth vom Pferde gewinnen: 1) wenn man ermöglicht, daß es eine größere Anzahl Tage arbeitet; 2) wenn das Tagewerk ein werthvolleres ist. Hier haben wir nur die gewöhnliche Feldarbeit im Auge und setzen voraus, daß sie in der vortheilhaftesten Weise organisirt sei. In dieser Beziehung ist noch viel zu thun, wie wir im Verlaufe dieses Werkes zeigen werden.

XI.

Stallmist.

Der Werth des Hofmistes hängt von der Zahl und Art des auf dem Hofe gehaltenen Viehes und auch von Bedingungen ab, denen die in den vorhergehenden Bemerkungen angeführten Resultate unterliegen, von dem Preise des Futters, von der mehr oder weniger reichlichen Ernährung, und endlich von dem Preise, welchen man aus ihren Producten zieht.

Wir können hier nur ein Beispiel von der Art des Verfahrens vorführen, um zu diesem Werthe zu gelangen, nachdem man dasselbe bezüglich der einzelnen Thiergattungen in der von uns angedeuteten Weise geändert hat.

Ein Hof enthalte folgenden Viehstand:

	Stickstoff. Kilogr.	Fr.	Fr.
4 Pferde erzeugen zusammen	195,20	2,41	470,43
13 brittische Kühe	387,62	1,32	515,83
100 Masthammel	183,60	1,56	286,50
	766,42		1272,76

Der Werth von 1 Kilogramm Stickstoff ist $\frac{1272,76}{766,42}$ = 1 Fr. 66 Cent.

Inhalt.

Seite.

Vorwort I

Erster Abschnitt. Darlegung und Begrenzung des Gegenstandes. §. 1 — 8. 1

Zweiter Abschnitt. Von der Pflanzennahrung. §. 9 — 80.

Allgemeine Bemerkungen. §. 9 — 27. 4

Vom Kohlenstoff. §. 28 — 35. 10

„ Sauerstoff. §. 36 — 38. 12

„ Wasserstoff. §. 39. 13

„ Stickstoff. §. 40 — 44. 13

„ Schwefel. §. 45 — 52. 16

„ Phosphor. §. 53 — 54. 19

„ Chlor. §. 55. 20

„ Jod. §. 56. 20

„ Kieselerde. §. 57 — 59. 21

Von den Alkalien. §. 60 — 71. 22

Vom Kalk. §. 72 — 73. 27

Von der Bittererde. §. 74. 28

Vom Eisen, Mangan, Thonerde. §. 75 — 78. 28

Dritter Abschnitt. Zwei Quellen der Pflanzennahrung. . . . 31

Vierter Abschnitt. Aus der Atmosphäre geschöpfte Pflanzennahrung. §. 85 — 95. 33

Fünfter Abschnitt. Die Erde als Quelle der Pflanzennahrung. §. 96 — 156. 39

Sechster Abschnitt. Nahrungs-Verbrauch der Pflanzen. §. 157 bis 169. 68

Siebenter Abschnitt. Vom Dünger. §. 170 — 190. . . . 78

Absoluter Dünger. §. 171. 79

Ergänzungs-Dünger. §. 172. 80

Achter Abschnitt. Fortsetzung des Ergänzungsdüngers. Das Wasser. §. 191 — 209. 89

Neunter Abschnitt. Von den Dünge Materialien. §. 210—217. 98

Seite.

Zehnter Abschnitt. Vorführung der Dünger. §. 218—263.
Erste Klasse. — Menschliche Excremente. §. 218. . . . 102
Zweite Klasse. — Excremente der Thiere.
1. Pferde. §. 219. 103
2. Rinder. §. 220. 103
3. Schaafe. §. 221. 104
4. Schweine. §. 222. 105
5. Hühner. §. 223. 105
6. Tauben. §. 224. 105
7. Seidenraupen. §. 224. 106
8. Guano. §. 225. 106
9. Poudrette. §. 226. 106
10. Flamändischer Dünger. §. 227. 106
11. Schweizer Gülle, Purin. §. 228. 107
Dritte Klasse. — Organische Substanzen, welche nicht Excremente sind. §. 231—237. 108
Vierte Klasse. — Frische Pflanzen. §. 238—242. . . 110
Fünfte Klasse. — Abgestorbene pflanzliche Substanzen. §. 243—244. 112
Sechste Klasse. — Chemische Producte des Mineralreiches. §. 245. 114
Siebente Klasse. — Naturproducte des Mineralreiches
1. mit vorherrschendem Kalkgehalte. §. 246—255. . 114
2. Substanzen, welche Phosphate enthalten. §. 256 und 257. 115
3. Substanzen, welche lösliche Kieselerde enthalten. §. 258 und 259. 116
Achte Klasse. — Mischungen von Substanzen verschiedener Reiche. Mist. §. 260—263. 116
Eilfter Abschnitt. Behandlung des Stallmistes. §. 264—282. 118
Zwölfter Abschnitt. Die Beziehungen der Dünger zu der Natur des Bodens. §. 283—300. 129
A. Böden, welchen Feuchtigkeit mangelt. §. 287. . . 131
B. „ „ Dammerde mangelt. §. 288. . . 131
C. „ „ eiweißartige Substanzen mangeln. §. 289. 132
D. „ „ Kalk mangelt. §. 290. 133
E. „ „ lösliche Alkalien mangeln. §. 292. 133
F. „ „ Phosphate mangeln. §. 296. . 135
G. „ „ Sulfate mangeln. §. 299. . . 137
Dreizehnter Abschnitt. Spezielle Dünger der Pflanzen. §. 301—319. 138
Vierzehnter Abschnitt. Dauer der Wirkung der Düngung. §. 320—333. 147
Fünfzehnter Abschnitt. Art der Aufbringung des Düngers. §. 334—341. 153
Sechszehnter Abschnitt. Vom Preise des Düngers. §. 342 bis 356. 157

Anhang.

		Seite.
I.	Qualitative Bodenanalyse	169
II.	Zusammensetzung der Ackererde	171
	1. Lösliche Substanzen, von Verdeil	171
	2. Verfahren bei der Analyse des Wasserauszuges eines Bodens, von Verdeil	176
	3. Ueber die Eigenschaften des Extractes der Ackererde	178
III.	Analyse der Pflanzenaschen, von P. Berthier	180
IV.	Bemerkungen über die Lupine	187
V.	Bemerkungen über die Erfindung eines neuen Transportmittels für Dünger in England	189
VI.	Kosten der Besprengung mit flüssigem Dünger	194
VII.	Mist einer Kuh, in Hohenheim, 760 Kilogramm lebend	196
VIII.	Brittische Kühe, nach M. Heuzé	198
IX.	Mist von 100 Hammeln (1850); im Mittel 40 Kilogr. lebend	201
X.	Pferde	202
XI.	Stallmist	204

Verhältnißzahlen

französischer Maaße und Münzen zu preußischen.

(Nach dem landwirthschaftlichen Kalender von O. Mentzel und A. v. Lengerke. 1855.)

1 Franc	=	8 Sgr.
1 Meter	=	3.1862 Fuß.
1 Hectar	=	3.9166 Morgen.
1 Hectoliter	=	1.8195 Scheffel.
1 Liter	=	0.8733 Quart.
1 Kilogramm	=	2.1381 Pfund = 2.0000 Zollpfund.

pro Kilogr. 1 Franc d. i. pro Zollpfund 4 Sgr.
pro Hectar 1 Kilogr. d. i. pro Morgen 0.51 (c. $\frac{1}{2}$) Zollpfd.
pro Hectar 1 Liter d. i. pro Morgen 0.223 (c. $\frac{2}{9}$) Quart.
pro Hectar 1 Hectoliter d. i. pro Morgen 0.465 (c. $\frac{7}{15}$) Scheffel oder $7\frac{1}{2}$ Metze.

Fehlerverbesserung.

S. 48 Z. 2 v. u. lies: Kohlenwasserstoff statt Kohlenstoff.
„ 118 „ 3 v. u. ist hinzuzufügen: Schwefelwasserstoff.
„ 157 „ 4 v. u. lies: 1 Fr. 66 Cent. statt: 1 Fr. 59 Cent.
„ 158 „ 17 v. o. „ 2 Fr. 67 Cent. „ 2 „ 17 „
„ 158 „ 24 v. o. „ 1 Fr. 56 Cent. „ 1 „ 27 „

Druck von J. F. Starcke in Berlin.

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Fren

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Gasparin, Adrien Etienne Pierre de,

Grundsätze der Ackerbaukunde

Berlin 1835

Oecon. 666 n
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10295388-8